233.

HANDBUCH

der

BESTIMMENDEN

MINERALOGIE,

enthaltend

die Terminologie, Systematik, Nomenklatur und Charakteristik

der

NATURGESCHICHTE DES MINERALREICHES.

Von

WILHELM HAIDINGER,

k. k. wirklichem Bergrath, Mitglied der kön. Preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, der kön. Gesellschaften zu Prag und Edinburgh, u. s. w.

WIEN,

BEI BRAUMÜLLER & SEIDEL.

1845.

Gedruckt bei Anton Benko.

SEINER KAISERLICHEN HOHEIT

DEM

DURCHLAUCHTIGSTEN

PRINZEN UND HERRN

ERZHERZOG

J O H A N N.

EURE KAISERLICHE HOHEIT!

Das Johanneum in Gratz, die Aufstellung der schönen Mineralien-Sammlung desselben, welche EURE KAISERLICHE HOHEIT mit langjähriger Liebe für die Wissenschaft gebildet, nun der öffentlichen Benützung weihten, brachte meinem grossen Lehrer Mohs die Aufgabe, die er durch sein naturhistorisches System, durch so viele damit verbundene Arbeiten in der Mineralogie gelöst hat.

Aus derselben Quelle war es auch mir vergönnt, von der ersten Eröffnung, unter des Lehrers Leitung zu schöpfen.

EURER KAISERLICHEN HOHEIT darf ich nun, nach einem Menschenalter ein Werk eignen, mit dem ich gerne einen Lebenszweck zu erreichen, das Studium der Wissenschaft zu fördern wünschte.

Es ist nur ein Zweig, möge es ein grüner, fruchtbarer seyn, des Baumes den **EURE KAISERLICHE HOHEIT** gepflanzt. Möge er als Zeichen dankbarer Erinnerung eines Einzelnen gelten, von den Vielen, die für **EURER KAISERLICHEN HOHEIT** väterliche Sorge, und rastlos thätiges segenvolles Wirken gleichen Dank bewahren.

Geruhen EURE KAISERLICHE HOHEIT die ehrfurchtsvollen, aber darum nicht minder heissen Gefühle innigster Ergebenheit huldreichst zu genehmigen, von

EURER KAISERLICHEN HOHEIT

Wien, den 20. Januar 1845.

unterthänigstem Diener
W. Haidinger.

Vorrede.

Durch Mohs für das Studium der Mineralogie herangebildet, hierauf im Privatleben technisch beschäftigt, für die Wissenschaft nur mehr Dilettant, berief mich die Gnade SEINER MAJESTÄT, unseres allergnädigsten MONARCHEN, um als Nachfolger meines verewigten Lehrers das von ihm Begonnene fortzuführen. Die schönen und lehrreichen Sammlungen des k. k. Montanistischen Museums wurden aufgestellt, ein Bericht darüber liegt dem Publikum vor *); ein Kurs von mineralogischen Vorlesungen für eine Anzahl von Seiner Exzellenz dem k. k. Herrn Hofkammerpräsidenten Freiherrn von Kübeck, zu dem Zwecke mineralogischer, geognostischer, chemischer, bergmännischer Studien an dem Museo, nach Wien einberufener k. k. Bergwesens-Praktikanten wurde im Winter 1842 und 43 eröffnet.

Nun war mein Verhältniss zur Lehre von Mohs verändert. Es ist des Lehrers Pflicht, nicht mehr freie Wahl, nach Kräften in allen Theilen der Wissenschaft die eigene Überzeugung, sie stimme mit Bekanntem überein, oder weiche von demselben ab, mitzutheilen. Daher ich denn auch so Manches hier vorlege, wobei ich die Nachsicht meiner mineralogischen Freunde in Anspruch nehmen muss, wie zum Beispiel bei den neuen Namen der einfachen Gestalten.

Ich trennte mit Mohs die „bestimmende" von der „beschreibenden" Naturgeschichte, erstere die Terminologie, Systematik, Nomenklatur und Charakteristik, letztere die Physiographie enthaltend, und übergebe dem mineralogischen Publikum hier vorerst ein Handbuch der bestimmenden Mineralogie. Ich konnte nicht diese Abtheilung zurückbehalten,

*) Bericht über die Mineralien-Sammlung der k. k. Hofkammer im Münz- und Bergwesen. Wien, Gerold, 1843.

bis eine zweite beschreibende, welche damit ein „Handbuch der Mineralogie" bilden soll, fertig seyn würde, und doch wünschte ich ein geschlossenes Werk der mineralogischen Literatur anzureihen, weil unvollständige weniger brauchbar sind, und keinem festen Abschnitte in dem Zustande der Wissenschaft entsprechen.

Eine Reihe von Vorträgen erheischt eine verschiedene Behandlung von einem Lehrbegriffe, daher sind Gegenstände, die theils ihrer Allgemeinheit wegen, wie so manche Definitionen, vorangehen, theils ihres dem eigentlichen Gange der Entwickelung fremden Charakters wegen, wie die Methode des Krystallzeichnens, abgesondert gehalten werden müssten, an dem Orte eingereiht, wo sie am unentbehrlichsten erscheinen, weil das Ganze der Aufeinanderfolge des Vortrags sich anschliesst.

Die krystallographische Methode ist die synthetische von Mohs; ich habe sie der analytischen Richtung der neuesten krystallographischen Studien ungeachtet wieder hervorgehoben; aber ich bin auch überzeugt, dass sie für die Bedürfnisse der Mineralogie die anwendbarste ist, indem sie sich möglichst unmittelbar auf die Krystalle bezieht. Daher sind auch die sogenannten graphischen Methoden, wenn auch an und für sich nützliche Studien, nicht berücksichtigt, da es nur der Kenntnisse der Formen, und ihrer Verhältnisse galt. Wer mit diesen vertraut ist, versteht jene leicht, wird dagegen aus so mancher Abhandlung wenig über die Formen der darin vorkommenden Mineralien lernen, wenn er nicht vorher schon mit denselben genau bekannt ist. Doch ist an jedem Orte genug angeführt, um den Gang der Rechnungen einzuleiten, und alle diejenigen auszuführen, deren man im Laufe der Untersuchung der natürlichen Krystalle bedarf. Auch die wichtigsten Formeln der sphärischen Trigonometrie folgen am Ende, so dass man nur noch Logarithmentafeln zum speziellen Kalkül nöthig hat. Für die analytische Behandlung überhaupt, sind besonders Naumanns Arbeiten empfehlenswerth.

Dagegen hielt ich für den Zweck der Anschaulichkeit die Anwendung von in den Text eingedruckten Holzschnitten für

sehr vortheilhaft. Die Ausführung auch der meisten neuen Zeichnungen zu denselben, so wie die für verschiedene einzelne Aufsätze, welche von mir in der letzten Zeit in den Abhandlungen der k. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften in Prag, und in Poggendorffs Annalen erschienen, verdanke ich meinem jungen Freunde Herrn Theodor Karafiat, der für meinen ersten Kurs als Zuhörer einberufen, seine Studien am k. k. Montanistischen Museo noch ein Jahr fortsetzte, und nun dem k. k. General-Landes- und Hauptmünz-Probiramte zugetheilt ist. Auch das Register, die Revision der Synonymie der Krystallgestalten, und manche andere Beihülfe verdanke ich seiner freundlichen Gefälligkeit. Die Holzschnitte selbst sind mit etwas stärkern Linien als gewöhnlich ausgeführt, um das Auge besser zu erfüllen. Die in den Text eingedruckten Figuren erleichtern das fortlaufende Studium. Für den Zweck der Übersicht beabsichtige ich in der Folge in grössern Tafeln die Holzschnitte zusammen zu stellen, mit Nachweisung ihrer Bedeutung und der Seitenzahl des Werkes, auf welcher sie vorkommen, gleichsam ein Register der Figuren.

Bei den zusammengesetzten, den gemengten Mineralien, habe ich gesucht die Grundsätze von Mohs etwas weiter auszuführen als er es selbst gethan, wodurch dieser Abschnitt der Terminologie vorbereitend zu einer geognostischen Gesteinslehre eintritt.

Von den physikalischen Eigenschaften wünschte ich so viel zu berühren, um die Wichtigkeit derselben recht anschaulich zu machen, und die Mineralogen zur Verfolgung der Untersuchungen über dieselben einzuladen, die noch manches wissenswerthe Resultat in Aussicht stellen.

Gerne hätte ich noch meines verehrten Freundes Naumann neuestes Mineralsystem in der Systematik mit aufgezählt, aber ich erhielt das sechste Heft von v. Leonhards und Bronns Jahrbuch zu spät, um es an dem gehörigen Orte einzuschalten. Doch soll es nicht fehlen, und ich gebe daher hier die leitende Idee desselben, welche wie bei den andern Systemen,

durch die Angabe der Klassifikationsstufen und Namen derselben am deutlichsten erscheint.

Klassen.	Ordnungen.	Klassen.	Ordnungen.
I. Hydrogenoxyd.		VIII. Chalkolithe	1. Wasserhaltige. 2. Wasserfreie.
II. Hydrolyte	1. Wasserhaltige. 2. Wasserfreie.	IX. Metalloxyde	1. Wasserhaltige. 2. Wasserfreie.
III. Chalkohydrolyte.	1. Wasserfreie. 2. Wasserhaltige.	X. Metalle.	
IV. Chalkohaloide.	1. Wasserhaltige. 2. Wasserfreie.	XI. Galenoide oder Glanze.	
V. Lithohaloide	1. Wasserfreie. 2. Wasserhaltige.	XII. Pyritoide oder Kiese.	
VI. Geolithe	1. Wasserhaltige. 2. Wasserfreie.	XIII. Cinnabarite oder Blenden.	
VII. Amphoterolithe.	1. Wasserfreie. 2. Wasserhaltige.	XIV. Thiolithe.	
		XV. Anthracide.	
		XVI. Asphaltide.	

Die allgemeine Reihung stimmt mit der von MOHS zusammen, auch einzelne Gruppen aus den MOHSischen Ordnungen sind schön beisammen bewahrt, doch hat NAUMANN zur Begründung der Abtheilungen das Princip chemischer Ähnlichkeit mit dem der naturhistorischen zusammenwirken lassen, und insbesondere die abwechselnden Gegensätze der Wasserhaltigkeit und Nichtwasserhaltigkeit haben manche gute Annäherungen erlaubt.

Man wird es mit den in der Systematik entwickelten Principien übereinstimmend finden, wenn dieses System hier als eines der Resultate der Vergleichung naturhistorischer und chemischer Ansichten betrachtet wird, welche durchgreifend oder bruchstückweise unabhängig von einander entwickelt werden können, und die uns bis zur gänzlichen Übereinstimmung beider auf Unvollkommenheiten aufmerksam machen, welche als Aufgaben für den Forscher, noch auf einer oder der andern oder auf beiden Seiten liegen.

NAUMANN bricht neuerdings den Stab über jede einzelne derselben als einseitig. Das Wort ist etymologisch gut gewählt, aber die Sprache gibt ihm einen Nebenbegriff. Ich glaube nicht, dass dieser Ausdruck, und eine Anzahl ähnlicher so häufig gebrauchter, welche die Bestrebungen desjeni-

gen herabzusetzen scheinen, der in der Betrachtung der Natur anderer Meinung ist, selbst, wenn diese nicht die richtige seyn sollte, dem wahren Geiste der Naturforschung entspricht. Was der eine verachtet, ist dem andern Ideal, was dem einen hier Einseitigkeit, ist dem andern Konsequenz; und wahrlich nur Festhalten an einmal erkannten Sätzen hat je zu sicheren Resultaten geführt, von denen ich hier wohl die Reihung der Spezies in dem Monsischen Systeme zählen darf. So leichthin darf ich nicht des Lehrers leitenden Grundsatz verlassen, aber wir wollen uns freundlich neben einander bewegen, und auf dem Wege steten Vorwärtsstrebens abweichende Ansichten ehrend, uns die Hand reichen. Naumann stellt den Diamant zwischen Schwefel und Graphit, vor die Kohlen, hier nach vorwaltend chemischem Prinzip.

Für den Inhalt des Systemes und der Charakteristik wurden die reichhaltigsten Quellen der neueren mineralogischen Literatur verglichen. Auf sie kann ich vorläufig für das Studium der Physiographie verweisen. Nebst dem zum Grunde gelegten, von Zippe bearbeiteten zweiten Theile der Naturgeschichte des Mineralreiches von Mohs, auch die Werke von Breithaupt, Glocker und Hartmann, meine Übersicht der Resultate mineralogischer Forschungen im Jahre 1843*), ferner die periodische Presse des Jahres 1844. Als der Mohsischen Schule angehörig freue ich mich das *System of Mineralogy* von Dana**) anführen zu können, welches sehr viel schätzbares Neues, und reichhaltig und mit Kenntniss Zusammengestelltes enthält. Endlich konnte ich noch während des Druckes Hausmanns Handbuch der Mineralogie benützen, ein höchst schätzbares Werk, das auf jeder Seite Beweise von jahrelangen eigenen Studien des hochverehrten Verfassers bietet.

Die Vervollständigung der unbestimmbaren innig gemengten Mineralien durch die sichtlichen Gemenge in

---

*) Erlangen, Enke 1845.

**) *Second Edition. New-York and London* 1844.

***) Zweiter Theil. Erste Abtheilung. Göttingen 1845.

dem zweiten Anhange unter dem Namen der Gebirgsarten dürfte von praktischem Nutzen erscheinen. Sie unterscheiden sich nur durch die Grösse des Korns und gehen daher in einander über, dann sind auch die Namen nach ganz ähnlichen Formen gebildet, und es ist wünschenswerth, wenigstens mit einigen Worten auf den rechten Weg geleitet zu werden. Auch Dana beschreibt kürzlich die Gebirgsarten.

Überhaupt ist seit dem Anfange des Druckes die mineralogische Literatur in mancher Richtung bereichert worden, wie durch Dufrénoys *Traité de Minéralogie*, die vierte Auflage von Berzelius Löthrohr und so weiter. Durch des Verfassers Güte erhielt ich Frankenheims interessantes System der Krystalle. Meines lieben Freundes Wöhler Grundriss der unorganischen Chemie kam als ein werthes Geschenk gerade zur Korrektur der neuesten Bestimmungen der Atomengewichte, so wie ich meinem lieben Freunde Gustav Rose die Nachricht über die Entdeckung des Pelopiums eben rechtzeitig verdanke, um die Zahl der einfachen Körper auf sechzig abzurunden.

So habe ich gesucht in mancherlei Beziehungen das Neueste zu benützen. Es konnte dabei nicht fehlen, dass ich auch Manches aufnahm, ohne die Quelle anzugeben, besonders wo Ausdrücke, obwohl neu doch schon ziemlich allgemein im Gebrauche sind. Aber dies Werk sollte auch nicht ein kritisches seyn, sondern eine wissenschaftliche Anleitung zum Studium der Mineralogie selbst, insbesondere für die Zuhörer meiner Kurse. Für diesen Zweck sind auch die mineralogischen und geognostischen Sammlungen des k. k. Montanistischen Museums bestimmt und eingerichtet. Ich kann mir dabei das Vergnügen nicht versagen, dankend anzuerkennen, dass auch die reichen Sammlungen des k. k. Hofmineralien-Kabinets mit der freundlichsten Liberalität den Studirenden zur Belehrung eröffnet sind.

I N H A L T.

EINLEITUNG.

ERSTES HAUPTSTÜCK.

T E R M I N O L O G I E.

Allgemeine Betrachtungen.

Erster Abschnitt.

Die naturhistorischen Eigenschaften der einfachen Mineralien.

I. Gestalt.

II. Die vielaxigen Gestalten.

III. Die einaxigen Gestalten.

IV. Die Ableitung.

V. Die Kombinationen.

VI. Die Oberfläche.

VII. Das Gefüge.

Zweiter Abschnitt.

Die naturhistorischen Eigenschaften der zusammengesetzten Mineralien.

I. Die regelmässige Zusammensetzung.

Seite

II. Die freie Bildung.

III. Die gestörte Bildung.

Dritter Abschnitt.

Die naturhistorischen Eigenschaften, welche den einfachen und zusammengesetzten Mineralien gemeinschaftlich zukommen.

I. Die optischen Eigenschaften der Mineralien.

ZWEITES HAUPTSTÜCK.

SYSTEMATIK.

DRITTES HAUPTSTÜCK.

NOMENKLATUR.

VIERTES HAUPTSTÜCK.

CHARAKTERISTIK.

II. Wasser.

III. Säuren.

IV. Salze.

Zweite Klasse: Geogenide.

I. Haloide.

II. Baryte.

III. Kerate.

IV. Malachite.

V. Allophane.

VI. Graphite.

VII. Steatite.

VIII. Glimmer.

IX. Spathe.

X. Gemmen.

XI. Erze.

XII. Metalle.

XIII. Kiese.

XIV. Glanze.

XV. Blenden.

XVI. Schwefel.

Dritte Klasse: PHYTOGENIDE.

I. Harze.

EINLEITUNG.

1. Mineralogie.

Die Mineralogie ist die Naturgeschichte des Mineralreiches. Es ist nothwendig, die in dieser Definition enthaltenen Begriffe einzeln zu verfolgen. Materielle Dinge überhaupt können in mancherlei Beziehung betrachtet und untersucht werden. Es ist natürlich, dass der Mensch zuerst diejenigen Gegenstände, zu deren Bildung er mehr oder weniger beigetragen hat, von andern sondert, bei deren Bildung keine solche Beihülfe stattgefunden hat. Er nennt die ersten Kunstprodukte, die zweiten Naturprodukte, um den Gegensatz zwischen Natur und Kunst auszudrücken, von welchen er die letztere für sich in Anspruch nimmt. Die Grenzen der beiden sind nicht immer leicht anzugeben, wenn es darauf ankommt, Schwierigkeiten zu suchen; in der Praxis kommt man immer so ziemlich gut daraus.

Sehr oft verändert menschliche Kunst nur die Form, oder vielmehr der Mensch verändert die Erscheinung des Naturproduktes, indem er eine künstliche Form schafft. Die Form also ist das Kunstprodukt. Die Statue von Marmor und das Formatstück, welches wir in unsere Sammlung legen, sind beide Kunstprodukte, in Absicht auf die zu einem gewissen Zwecke hervorgebrachte Form. Die Naturprodukte aber sind es, welche betrachtet werden sollen; wir abstrahiren daher von aller denselben künstlich gegebenen Form und untersuchen jene Eigenschaften, welche sie in ihrem natürlichen Zustande an sich tragen. Die Veränderung betrifft hier bloss die Form. Aber auch die Masse wird oft durch menschliche Kunst verändert, und stellt dann als verändertes Naturprodukt ein Kunstprodukt dar, wie das Glas.

2. Mineralien.

Unter den Naturprodukten überhaupt bieten sich uns zwei grosse Klassen dar, wenn wir ihre Zusammensetzung aus einzelnen Theilen näher betrachten. Die einen enthalten nämlich eine grosse Anzahl und Verschiedenheit solcher Theile, die jedoch sämmtlich nach einem gewissen Plane zu einem Ganzen verbunden sind, und die in ihrem Zustande nur so lange der Einwirkung der Materie selbst entzogen bleiben, als die eigenthümliche Periode dauert, welche man Leben nennt. Diess sind die Thiere und Pflanzen. In andern bemerken wir keine solche Anordnung. Sie sind die Produkte aus der Einwirkung der verschiedenen materiellen Körper auf einander, welche sich ins Gleichgewicht gesetzt haben. Diese nennen wir Mineralien. Thiere und Pflanzen sind die organischen, Mineralien die unorganischen Naturprodukte.

3. Mineralreich.

Man betrachtet den Inbegriff aller natürlichen Dinge in drei grossen Abtheilungen, welche man Naturreiche nennt, und zwar nach ihrem Inhalte, das Thierreich, das Pflanzenreich und das Mineralreich. Die beiden ersteren grenzen so nahe aneinander, dass sich die Produkte beider Reiche in den Klassen der sogenannten niedrigen Organisationsstufen berühren. Durch das Leben, und die von demselben abhängende Struktur unterscheiden sie sich von den unorganischen. Man hat aber dennoch den Inhalt des Mineralreiches von jeher willkührlich bestimmt, und es bleibt uns daher überlassen, dem einen oder dem anderen Naturforscher zu folgen.

Die Möglichkeit der Aufbewahrung von Produkten des Mineralreiches in Sammlungen ist der leitende Grundsatz der meisten Mineralsysteme gewesen. Das Feste ist es, was nicht zerfliesst, nicht verwittert, und was sich also nicht als Flüssigkeit oder Pulver den gewöhnlichen Methoden der Aufbewahrung entzieht, oder unscheinbar wird, was man sammelte. Seltenheiten, wie die Erdöle, die man in Fläschchen bewahrt, machten eine Ausnahme. Das gediegene Merkur genügte als Tröpfchen auf

dem Gesteine, in dem es sich findet. Aber wenn die leichte Naphtha, das schwere Merkur ins Mineralreich gehören, warum nicht das Wasser. Oder soll der feste Körper Eis, zu dem es bei genugsam erniedrigter Temperatur krystallisirt, Gegenstand wissenschaftlicher naturhistorischer Forschung sein, obwohl man ihn nicht in unseren Mineraliensammlungen aufbewahren kann? MOHS hat sich durch den ersten Schluss bestimmen lassen, das Wasser im Mineralreiche zu betrachten. Mit dem Wasser kommen die übrigen flüssigen Körper, die liquiden sowohl, als die gasförmigen, wie denn die Kohlensäure insbesondere in eigenen Ansammlungen, die bei dem hohen spezifischen Gewichte dieses Gases, als kleine Teiche oder Quellen erscheinen, angetroffen wird. MOHS definirt das Mineral als ein unorganisches Naturprodukt. Diese Definition schliesst freilich ausser den oben bezeichneten noch eine Menge anderer Körper ein, welche bei verschiedenen Temperaturen sich bilden, und bei welchen der ganze Einfluss des Menschen darin besteht, dass er die Hindernisse hinwegräumt, welche verursachten, dass die gegenseitige Anziehung der Theilchen der Materie nicht stattfinden konnte. Bevor aber diese sattsam untersucht, und in ein System gebracht seyn werden, begnügen wir uns mit dem Fragmente aus der Reihe aller natürlichen unorganischen Körper, welches unseren Erdkörper zusammensetzt.

4. NATURGESCHICHTE.

Die Betrachtung und Untersuchung der Mineralien, um Kenntniss von ihnen zu nehmen, abgesehen von einer Form oder anderweitigen Veränderung, welche sie durch die Kunst erhalten können, war die ursprüngliche Aufgabe. Diejenige Wissenschaft, deren Gegenstand die Mineralien oder Naturprodukte in dieser Beziehung ausmachen, ist die Naturgeschichte. Man kann die Mineralien insbesondere vorzüglich aus zwei verschiedenen Gesichtspunkten betrachten, erstens in dem Zustande, in welchem sie uns die Natur gegeben hat, zweitens in den verschiedenen Zuständen, in welche sie durch ihre Einwirkung auf einander gebracht werden können. Die Mineralogie ist die Wissenschaft, welche die Kenntniss der ersten Abtheilung, die

Chemie diejenige, welche die Kenntniss der zweiten Abtheilung begreift. Die Mineralogie betrachtet die unveränderten Naturprodukte, die Chemie eben diese Veränderungen. Ist erst unsere naturhistorische Kenntniss vollständig, dann tritt als erstes wichtigstes Moment die Kenntniss der chemischen Verhältnisse ein. Die naturhistorische Kenntniss ist es aber, welche voran gehen muss.

Dass das Wort Geschichte in der Zusammensetzung Naturgeschichte uneigentlich gebraucht werde, darüber ist nur eine Stimme, obwohl man sich desselben noch immer bedient. Naturgeschichte ist keine Geschichte, keine Erzählung von nach einander erfolgten Ereignissen, sondern sie macht uns mit den Eigenschaften, Aehnlichkeiten und Verschiedenheiten zwischen den Naturprodukten bekannt, deren Namen uns zugleich mitgetheilt werden, gleichsam als Einleitung zu den verschiedenartigen Studien, deren Gegenstand gleichfalls die Naturprodukte sind.

Der Wernerische Name Oryktognosie, die Wissenschaft von dem Gegrabenen passt schon der Etymologie nach weniger; auch das Wort Fossil, welches Werner anstatt Mineral gebrauchte, hat seitdem ganz die Bedeutung eines vorweltlichen organischen Körpers angenommen.

5. Studium der Mineralogie.

Der Gang, welchen das Studium der Mineralogie nimmt, ist folgender. Vor allem werden die einzelnen Eigenschaften der Mineralien untersucht und verglichen. Diess geschieht zuerst nicht, um ihre Aehnlichkeit oder Verschiedenheit darzuthun, sondern um die Mittel zu erhalten, um solche Unterscheidungen späterhin bewerkstelligen zu können. Dieser Abschnitt heisst Terminologie. Er erklärt die Ausdrücke, deren man sich in der Wissenschaft bedient, und erlaubt insbesondere die Anwendung mathematischer Begriffe und physikalischer Untersuchungen. Die Terminologie wird auch Kennzeichenlehre genannt, weil die untersuchten Eigenschaften als Kennzeichen oder Merkmale gebraucht werden, um ein Mineral von einem oder mehreren andern zu unterscheiden. Eine grosse Anzahl von eigenthümlichen Ausdrücken dient, um genau umschrie-

bene Begriffe auch durch Worte genau bezeichnen zu können. Darin besteht der wahre Zweck der Kunstausdrücke. Man muss jedoch im Gebrauche stets die Urtheilskraft gewähren lassen, um zu unterscheiden, ob es zur Deutlichkeit beiträgt, sich ihrer in einem oder dem andern Falle zu bedienen. Ein ängstliches Vermeiden, Ausdrücke zu gebrauchen, die verständlich sind, ohne gerade in den Kreis der definirten zu gehören, erzeugt gar zu leicht Pedantismus, und nur innerhalb der Schule giltige Losungsworte, welche der allgemeinen Anwendbarkeit mehr schaden als nützen. Kommt es auf feinere Untersuchungen, auf genaue Bestimmungen an, dann müssen aber die genauen Ausdrücke da seyn, denn dann sind sie unentbehrlich. Namen sind nicht Definizionen, sie sollen den Gebrauch erleichtern, nicht ihn erschweren.

Von dem Grade der Genauigkeit und Sicherheit, mit welchem man das Studium der Eigenschaften der Mineralien betreiben, und also auch der Terminologie ertheilen kann, hängt auch die Ausdehnung ihrer Anwendbarkeit ab. In der älteren Mineralogie musste man daher auch in der Bestimmung der Mineralien selbst zurück bleiben, weil die genaue Kenntniss der Merkmale mangelte, auf welche die Unterschiede zurück geführt werden konnten. Es wird daher immerfort die Aufgabe aller Mineralogen seyn, auf die Ausbildung dieses Theiles der Naturgeschichte ihre besondere Aufmerksamkeit zu richten.

Das zweite Hauptstück, die **Systematik**, entwickelt die philosophischen Begriffe der Wissenschaft nach den Prinzipien der Einerleiheit, der Gleichartigkeit und der Aehnlichkeit. Sie geben uns Begriffe von grösserem Umfange als die, welche wir unmittelbar aus der Natur abstrahiren können, d. i. die Begriffe der Varietäten.

Durch die Systematik werden die Varietäten zu Spezies verbunden, und die anschaulichen Begriffe von Spezies, Genus, Ordnung und Klasse hervorgebracht. Konsequenz in der Anwendung der Begriffe, der Identität, Homogeneität und Affinität ist dabei unerlässlich.

Die Zusammenstellung der Spezies, Geschlechter, Ordnungen und Klassen ist das **Mineralsystem**, indem es bloss

unorganische Naturprodukte enthält. In den andern Reichen gibt es natürlich eben solche Systeme. Der ganze Umfang natürlicher Körper wird durch das Natursystem ermessen.

Systeme dieser Art entstehen nicht durch Eintheilung, oder wenn man ja den Versuch macht, ein System durch Eintheilung hervorzubringen, so wird man sich bald durch den Augenschein überzeugen, dass ihr die Natur nicht in allen Beziehungen entspricht. Sie entstehen durch Zusammenstellung. Man hat sie oft natürliche Systeme genannt, zum Gegensatze derer, welche aus Eintheilung entstehen, nach einem gewissen Eintheilungsgrunde, und die künstliche genannt wurden. Man hat dabei viel um Worte gestritten, denn Jedermann wollte doch sein eigenes System ein natürliches genannt wissen, denn er hätte es nicht vorgeschlagen, hätte er es nicht der Natur, unserer grossen Meisterin, entsprechend gefunden. Die Ausdrücke analytische und synthetische Systeme, welche den Gegenstand bestimmt ausdrücken, ohne dabei den Vorwurf eines mehr oder weniger natürlichen zu enthalten, sind vorzuziehen. Das Mohsische System ist ein synthetisches, und trägt den Stempel aller Arbeiten, aller Behandlungsarten des grossen Lehrers, in Bezug auf die Mineralien und die Mineralogie.

Auch das Wort System der Natur, *Systema Naturae*, ist gebraucht worden. Die Natur bringt kein System hervor, überhaupt keinen Begriff, nicht einmal eine Spezies, sondern nur Individuen, aber diese Individuen mit Eigenschaften, die es dem menschlichen Verstande erlauben, sie zu Spezies zu versammeln, und dann zu klassifiziren, d. h. sie in eine gewisse Reihenfolge, in Geschlechter, Ordnungen und Klassen zu bringen. Die Klassifikazion ist ein wichtiger Theil der Systematik.

Die Nomenklatur ist der Inbegriff der Namen und Benennungen, welche in der Naturgeschichte mit den anschaulichen Vorstellungen ihrer Begriffe verknüpft werden. Der Begriff der Naturgeschichte überhaupt fordert, dass die Nomenklatur systematisch sey. Der Gebrauch von Namen und Benennungen, innerhalb des Bedürfnisses der Naturgeschichte selbst, wird durch ihre systematische Form sehr erleichtert. Der eigentliche Name liegt auf einem höheren Begriff, Geschlecht oder Ord-

nung, und wird in der Spezies vollkommen bestimmt. Ein einfacher Name, der auf der Spezies liegt, ist ein spezifischer Name. In der Mineralogie kommt man, wie auch MOHS gefühlt und ausdrücklich erwähnt hat *), mit einer spezifischen Nomenklatur aus, bei den wenigen hundert Species, welche das Mineralreich enthält, während es bei den vielen tausend Spezies der Zoologie und Botanik nicht möglich ist.

Wie die Nomenklatur Namen, so bildet die Charakteristik für die anschaulichen Vorstellungen des Systems Begriffe, um denselben die einzelnen Wahrnehmungen in der Natur subsumiren, oder mit einem Worte: gegebene Mineralien bestimmen zu können. Diese Begriffe werden Charaktere genannt, und sind den Klassen, Ordnungen, Geschlechtern und Gattungen oder Spezies eigenthümlich.

In der Physiographie wird beabsichtigt, eine anschauliche Vorstellung von einem Naturprodukte, ohne die unmittelbare Gegenwart desselben hervorzubringen, oder mit anderen Worten, man sucht die Beschaffenheit, die verschiedenen Eigenschaften eines Minerals zu finden, dessen Namen man kennt. Dazu ist eine Beschreibung nothwendig, oder, um uns des Namens zu bedienen, welchen MOHS dafür gewählt hat, ein Schema, welches die Angabe aller naturhistorischen Verhältnisse enthält, die an der Spezies merkwürdig sind, in tabellarischer Form, und von dem nöthigen Grade der Genauigkeit. Das Schema ist für die Spezies, was die Beschreibung für eine einzelne Varietät ist.

Die Physiographie ist derjenige Theil der Mineralogie, welcher zu allen Zeiten am meisten bearbeitet wurde, er ist aber auch die Basis alles unseres Wissens. Die Schemate sollen jedoch nicht als Charaktere zur Unterscheidung vorkommender Varietäten angewendet werden. Diess würde ein uneigentlicher Gebrauch derselben seyn, da man durch die Charakteristik dasselbe leichter erhält, weil in der Charakteristik die unterscheidenden Eigenschaften bereits zum Behufe der Unterscheidung absichtlich kontrastirt sind.

---

*) Leichtfassliche Anfangsgründe der Mineralogie. I. Thl. pag. 16.

Die Schemate generalisiren die Beschreibungen. Es ist immer wünschenswerth, die wahren Daten, die Beschreibungen recht oft zu wiederholen, zu vervollständigen und zu kontrolliren. Daher auch die Kataloge von Sammlungen, möglichst wissenschaftlich und detaillirt, selbst das für sicher und bekannt Angenommene durch neue Beobachtungen bestätigen sollen.

6. Hülfsmittel.

Es ist nicht ohne Interesse, im Allgemeinen die Hülfsmittel näher zu betrachten, deren man sich zur Erwerbung mineralogischer Kenntnisse bedient, so wie der vortheilhaftesten Art, sie zu benützen. Sie lassen sich unter zwei grosse Abtheilungen bringen, je nachdem sie geistiger oder materieller Natur sind.

Unter den geistigen Hülfsmitteln verstehen wir den Unterricht in seinen drei Hauptgestalten, der Literatur überhaupt, den Vorlesungen über Mineralogie und der praktischen Anleitung in denjenigen Arbeiten, welche innerhalb des Bereiches der Beschäftigungen des Mineralogen vorkommen.

Die mineralogische Literatur, welche die bestimmende und beschreibende Naturgeschichte umfasst, nach allen Modifikazionen der Ansichten der Mineralogen aus den naturhistorischen, chemischen oder gemischten Schulen, sie stellt den Leser unmittelbar auf den höheren Standpunkt des Autors. Sie erlaubt sogleich eine Uebersicht über den ganzen Umfang der Kenntnisse, welche die Wissenschaft zusammensetzt. Sie ist im Privatbesitze und in Bibliotheken leicht zugänglich, und bietet das Beste und weniger Gute von allen Zeiten dem Urtheil und der Auswahl des erfahrenen Lesers und des Anfängers. Selbststudium ist möglich bloss mit Literatur, aber dabei nicht ohne den materiellen Hülfsmitteln.

In Vorlesungen sucht der Lehrer wohl auch seine Zuhörer in den Vorbereitungsstunden auf seinen eigenen Uebersichtsstandpunkt zu stellen, aber die Reihe der Vorträge selbst zeigt doch immer nur ein Glied der Kette, einen Theil des Fadens, wie sie nothwendig und regelmässig auf einander folgen, so dass man nicht beliebig oder desultorisch einen Gegenstand

vor dem andern verfolgen kann. Aber Vorträge, obwohl innerhalb eines kleinern Kreises als die gedruckten Werke der Literatur, haben wieder den Vortheil, dass eben jener Faden durch das lebendige Wort ein glänzender ist, der die Aufmerksamkeit dem Gegenstande erhält.

Die praktische Anleitung endlich führt unmittelbar und ausführlich in das kleinste Detail. Dieses wird natürlich nur für eine geringe Ausdehnung des von Hunderten von Gelehrten bereits aufgeschlossenen Wissens möglich, aber darin zur möglichsten Vollendung. Man kann mineralogische Werke studirt, Vorlesungen aufmerksam gehört haben, ohne auch nur den Begriff zu fassen, was denn eigentlich die Arbeiten des Mineralogen sind; aber die praktische Beschäftigung mit diesen gibt ein richtiges Urtheil auch über dasjenige, was die Zeit selbst zu erforschen nicht erlaubte, und bereitet zu dessen Untersuchung vor. Es ist für die praktischen Anleitungen sehr vortheilhaft, wenn sie von Vorlesungen unterstützt werden. Dass die Literatur nicht fehlen dürfe, bedarf kaum einer Erwähnung, denn nur durch möglichst vollständige Kenntniss der bereits erlangten Resultate ist ein Fortschreiten möglich, ja auch nur das Erhalten auf der Oberfläche der Ereignisse des Tages.

Die materiellen Hülfsmittel sind Instrumente, Zeichnungen, Modelle und Mineraliensammlungen. Instrumente: Gonyometer zur Messung der Winkel, Wagen zur Bestimmung des eigenthümlichen Gewichts, Apparate zur Bestimmung der Härte, zur Beobachtung der magnetischen, elektrischen, optischen Eigenschaften, Loupen und Mikroskope zur Betrachtung kleiner Gegenstände überhaupt, so wie manche andere werden bei Gelegenheit ihrer Anwendung benannt und erklärt werden.

Zeichnungen sind in grosser Ausdehnung in den Literaturwerken enthalten. Es ist unumgänglich nöthig für das Studium der Krystallographie, selbst bei der Konstrukzion von Zeichnungen Hand anzulegen, und ich habe es mir daher angelegen seyn lassen, die Regeln zur Ausführung derselben deutlich auseinander zu setzen, und an den Orten einzuflechten, wo man ihrer bedürftig seyn könnte, um die Möglichkeit zu erleichtern, dass man

bei dem Gebrauche dieses Werkes die Formen der Mineralspezies aus der Natur entwickeln könne.

Wenn auch das Krystallzeichnen unentbehrlich für jeden ist, der sich krystallographische Kenntnisse erwerben will, so ist doch auch der Versuch, Krystallmodelle zu machen, ungemein dankbar durch die klare Uebersicht, welche er dem Geiste gewährt. Während seines Aufenthaltes in Gratz unternahm MOHS mit Hilfe eines geschickten Tischlers die Ausführung einer Reihe von Modellen in Holz, grösser als die, deren man sich damals gewöhnlich bediente, eine Arbeit, an welcher auch ich bald Theil nahm. Man wird gerne in den Resultaten das Nützliche des Unternehmens erkennen.

Sehr interessant und werthvoll sind auch theoretische Zeichnungen und Modelle zur Erleichterung der in der Natur zu beobachtenden Phänomene der Krystallisation, doch muss man sich hüthen, dabei nicht zu weit zu gehen, und stets das Hauptaugenmerk auf getreue Darstellung der Natur richten.

Mineraliensammlungen werden nach verschiedenen Gesichtspunkten gebildet.

1. Die terminologischen erläutern durch vorzüglich ausgewählte Stücke die einzelnen Eigenschaften der Mineralien, und sind besonders wichtig für das Studium derselben.

2. Die systematischen Sammlungen enthalten nach dem Grade ihrer Ausdehnung möglichst viele Mineralspezies durch gute Stücke repräsentirt.

Bei diesen beiden wird ein gewisses Format beobachtet, etwa das von drei Zoll gegen zwei. Kleine Stücke, wenn sie nur recht deutlich sind, sollen nicht ausgeschlossen, grössere aber durch Schlagen oder Schneiden auf das Format reduzirt werden.

3. Grosse Stücke, an welchen sich Beobachtungen anstellen lassen, die in kleinen Formaten nicht mehr wahrnehmbar sind, geben Gelegenheit zur Aufstellung von Schaustücken, die man am besten als Aufsätze unter Glas verwahrt, aber von der eigentlichen systematischen Sammlung absondert.

4. Das grosse Interesse der Krystallvarietäten, gibt Veranlassung diese in eigene Krystallsammlungen zusammen zu

stellen, die zweckmässig von der allgemeinen Sammlung getrennt werden, da die losen Krystalle in der Regel sehr klein sind, oft das Merkwürdigste nur unter der Loupe zu erkennen ist.

Diese Sammlungen beziehen sich auf das Studium der Mineralogie selbst. Aber die Anwendung der Mineralogie für die Zwecke der Gesellschaft fordert noch manche andere Zusammenstellung, die jedoch in eigentlich mineralogischer Beziehung nur als accessorisch betrachtet werden können.

5. So haben wir die Sammlungen von Gebirgsarten, den Formen, in welchen die wichtigsten Mineralspezies in der Natur in grösserer Menge angetroffen werden. Sie dienen zum Studium der Geognosie, oder der Wissenschaft von der Zusammensetzung des Erdkörpers, vorzüglich aus festen Stoffen. Sie sind entweder nach der Art der Gesteine in Bezug auf die Zusammensetzung aus mineralogischen Spezies, oder nach der Folge ihrer Auflagerung auf einander geordnet, aus welcher man auf ihr relatives Alter schliesst. Diess sind die mineralogisch-geognostischen, und die geognostisch-geologischen Sammlungen. Gleiches Format ist hier leicht und wichtig zu beobachten. Doch bieten auch hier oft grössere Stücke manches Interessante, was man an kleinen Formaten vermisst.

6. Das geographische Interesse jedes einzelnen Landes macht eine Sammlung der daselbst vorkommenden Produkte des Mineralreiches wünschenswerth.

7. Die bergmännischen Beziehungen insbesondere liegen den Bergwerks-Revier-Suiten-Sammlungen zu Grunde.

Die grosse geognostisch-geographische Sammlung der k. k. Hofkammer im Münz- und Bergwesen in Wien befriedigt diess Bedürfniss für die österreichische Monarchie.

8. Paläontologische Sammlungen geben die Reste der organischen Formen der Vorwelt in ihren verschiedenen auf einander folgenden Altern.

9. Technologische die Beziehungen auf die Verarbeitung der Rohstoffe für die Bedürfnisse des Menschen.

Sammlungen von allen diesen Arten lassen sich nur in grossen öffentlichen zum allgemeinen Nutzen eingerichteten An-

stalten in derjenigen Ausdehnung niederlegen, in welcher sie den Forderungen der Zeit entsprechen. Aber einige derselben sind auch für den Privatbesitz sehr wünschenswerth, und für den Mineralogen insbesondere die systematisch-mineralogischen Sammlungen. Sie sind dem Mineralogen so unentbehrlich als dem Botaniker das Herbarium, sie sind noch viel vortheilhafter, weil die Eigenschaften der Mineralien unverändert in der Aufbewahrung bleiben. Während des Sammelns insbesondere erwirbt sich der Besitzer die mannigfaltigsten Kenntnisse, die Verfassung eines wissenschaftlichen Kataloges ist das sicherste Mittel zur Erlangung einer gründlichen Uebersicht über die Produkte des Mineralreiches und die wissenschaftliche Mineralogie selbst.

Und am Ende werden Sammlungen doch für den Nutzen des Allgemeinen gebildet. Während jede Sammlung einen wirklichen Werth für den Besitzer erhält, und häufig durch Kauf mit öffentlichen Anstalten vereinigt wird, erhalten patriotische mit Glücksgütern gesegnete Männer Gelegenheit, sie als Geschenk auf dem Altare des Vaterlandes nieder zu legen, oder selbst grosse Sammlungen der Benützung des Allgemeinen zu eröffnen. Das Prinzip ist immer die Bewahrung des wissenschaftlich Merkwürdigen.

Man soll daher dieses wichtige Hilfsmittel ja nicht vernachlässigen, indem es die damit verbundene Mühe und Auslagen reichlich durch Belehrung und Befriedigung vergilt.

7. LITERATUR.

Es genügt in einem so kurzen Leitfaden, wie der gegenwärtige, den Leser auf einige wenige Werke der mineralogischen Literatur aufmerksam zu machen, mehr um die Ausdehnung derselben anzudeuten, als um ein auch nur einigermassen vollständiges Bild zu geben.

ALLAN. *Manual of Mineralogy. Edinburgh 1834.*

BERZELIUS. Von der Anwendung des Löthrohrs. Von H. ROSE 3te Aufl. Nürnberg 1837.

BEUDANT. *Traité de Minéralogie. 2de Ed. Paris 1830—1832.*

BEUDANT. *Cours élémentaire d'histoire naturelle. Minéralogie. Paris 1841.*

BREITHAUPT. Vollständige Charakteristik des Mineralsystems. 3te Auflage. Dresden 1832.

BREITHAUPT. Vollständiges Handbuch der Mineralogie. Dresden und Leipzig 1836.

BRONGNIART. *Traité élémentaire de Minéralogie. Paris 1807.*

GLOCKER. Grundriss der Mineralogie. Nürnberg 1839.

HAIDINGER. Anfangsgründe der Mineralogie. Leipzig 1829.

HARTMANN. Handwörterbuch der Mineralogie und Geognosie. Leipzig 1828.

HARTMANN. Handbuch der Mineralogie. Leipzig 1843.

HAUSMANN. Handbuch der Mineralogie. Göttingen 1813. Vom ersten Theile zweite Auflage 1828.

HAÜY. *Traité de Cristallographie. Paris 1822.*

HAÜY. *Traité de Minéralogie. 2de Ed. Paris 1823.*

v. KOBELL. Charakteristik der Mineralien. Nürnberg 1830.

v. KOBELL. Grundzüge der Mineralogie. Nürnberg 1838.

v. LEONHARD. Handbuch der Oryktognosie. 2te Aufl. Heidelberg 1826.

LEVY. *Description d'une collection de minéraux formée par* H. HEULAND *etc. London 1837.*

MOHS. Charakteristik des naturhistorischen Mineralsystems. Dresden 1820. 2te Auflage 1821.

MOHS. Grundriss der Mineralogie. Dresden 1822 und 1824.

MOHS. *Treatise on Mineralogy translated by* W. HAIDINGER. *Edinburgh 1825.*

MOHS. Leichtfassliche Anfangsgründe der Naturgeschichte des Mineralreiches. Wien 1832. 2te Auflage 1836. Zweiter Theil von ZIPPE 1839.

NAUMANN. Grundriss der Krystallographie. Zweite Aufl. 1841.

NAUMANN. Lehrbuch der reinen und angewandten Krystallographie. Leipzig 1830.

NAUMANN. Lehrbuch der Mineralogie. Berlin 1828.

NECKER. *Le règne minéral ramené aux méthodes de l'histoire naturelle. Paris et Strasbourg 1835.*

Phillips. *Elementary Introduction to Mineralogy. 4th Edition by* R. Allan. *London 1837.*

Quenstedt. Methode der Krystallographie. Tübingen 1840.

Rammelsberg. Handwörterbuch des chemischen Theils der Mineralogie. Berlin 1841. Supplement 1843.

Rose, Gustav. Elemente der Krystallographie. 2te Aufl. 1838.

Walchner. Handbuch der gesammten Mineralogie etc. I. Oryktognosie. Carlsruhe 1829.

Viele von diesen Werken enthalten selbst wieder eine Masse von literarischen Nachweisungen. Uebrigens wird die Benützung der Literatur vorzüglich dann am nothwendigsten, wenn man nach dem begonnenen Studio in irgend einer der mineralogischen Schulen bis zur Untersuchung der Natur selbst gelangt ist, und es sich darum handelt, genau zu vergleichen, was schon über den in Rede stehenden Gegenstand überall geschehen sey, um Demjenigen möglichst den Preis der Anerkennung nicht zu entziehen, der zuerst oder am besten gearbeitet hat, da wir ja stets unsere Fortschritte den Leistungen der Väter verdanken.

Die Benützung von grösseren Bibliotheken, vorzüglich der langen Reihen von periodischen Publikationen, wird hier unerlässlich, wie unter den deutschen die Werke, zwanglos, jährlich, monatlich, von Berzelius, Erdmann, Gilbert und Poggendorff, Glocker, Hartmann, Karsten, v. Leonhard, Liebig, Schweigger etc. Sehr werthvolle Daten liefern dann reine Literaturwerke, wie:

Freiesleben. Systematische Uebersicht der Literatur für Mineralogie, Berg- und Hüttenkunde von 1800 — 1820. Freiberg 1822.

Lommel. Allgemeines Repertorium der Mineralogie, Geognosie, Geologie und Petrefaktenkunde für 1830 — 1839. Stuttgart 1841.

Ich habe gerne Berzelius Löthrohr und Rammelsbergs mineralogische Chemie unter mineralogischen Werken aufgeführt, weil sie doch die wichtigste Verbindung der mineralogischen Kenntnisse mit den chemischen darstellen.

ERSTES HAUPTSTÜCK.

TERMINOLOGIE.

ALLGEMEINE BETRACHTUNGEN.

8. Aggregation.

Das erste, was uns bei irgend einem Gegenstande auffällt, ist der Zustand seiner Aggregation; ob er starr, tropfbar oder gasförmig sey. Bekanntlich ist der Wechsel der Temperatur hinreichend, um einen Körper, ohne ihn übrigens in Bezug auf seine chemischen Bestandtheile zu verändern, doch in einen anderen Aggregat-Zustand zu bringen. Angewandte Hitze schmelzt Salz, Wismuth, Bleiglanz, bei verminderter Temperatur wird Wasser zu Eis und Merkur fest. Tropfbare Flüssigkeiten werden durch vermehrte Hitze in Dämpfe verwandelt, kehren aber, sobald die Ursache fehlt, in ihren alten Zustand zurück.

Chemische Affinität ist nach Massgabe der Verschiebbarkeit der Theilchen in allen drei Aggregatzuständen wirksam. Ist die Wirkung ausgeglichen, so lagern sich die verschiedenartigen Theile nach dem Gesetze der Schwere, oder der Anziehung jedes einzelnen der kleinen Theilchen gegen den Erdkörper, d. i. gegen die Summe des Gewichtes aller. In ganz kleinen Mengen ausgeschieden, fällt der liquide Tropfen aus der Luft kugelförmig zu Boden, und das Gas steigt in der Flüssigkeit in Kugelform empor. Wasser sinkt im Oel als Kugel zu Boden. Die Kugelgestalt ist das Resultat der gegenseitigen Anziehung der gleichartigen Flüssigkeiten.

Gewisse feste Körper besitzen die Eigenschaft, sich mit Wasser zu einer vollkommen gleichartigen Flüssigkeit zu verbinden. Man sagt, der feste Körper Salz, Alaun u. s. w. sey in Wasser aufgelöst. In einer gewissen Menge Wasser oder bei einer bestimmten Temperatur löst sich auch nur eine bestimmte

Menge des Körpers auf. Man sagt dann, die Auflösung sey gesättigt. Verdampft Wasser oder wird die Auflösung erkaltet, so scheidet sich der feste Körper wieder aus. Feste Körper scheiden sich aber nicht wie flüssige in der Form von Kugeln aus, sondern ihre gegenseitige Anziehung ist so wunderbar geregelt, dass sie von allen Seiten von glatten und ebenen Flächen begrenzt erscheinen. Man nennt sie Krystalle, von κρυςαλλος, Eis, das Phänomen die Krystallisation oder Krystallisirung; die Kraft, welche sie hervorbringt, ist die Krystallisationskraft, sie beruht auf der Anziehung gleichartiger Theile unter einander, die Körper selbst werden krystallisirte genannt, und man sagt, dass sie krystallisiren. Körper, an welchen man wahrnimmt, dass sie durch Krystallisation entstanden sind, besonders wenn die äussere Form fehlt, heissen krystallinische. Alle Krystalle, welche während eines solchen Krystallisationsprozesses entstehen oder anschiessen, sind einander ähnlich, nur in der Grösse, sey es der Krystalle selbst, sey es der einzelnen Flächen derselben, verschieden. Die Winkel der Krystallflächen sind aber einander gänzlich gleich. Zu gleicher Zeit erlangt jeder einzelne ausgeschiedene Krystall eine Menge anderer Eigenschaften, eine gewisse Farbe, Härte, eigenthümliches Gewicht, Lichtbrechungsvermögen, die nicht von den gleichnamigen Eigenschaften der anderen Krystalle abweichen. Salz krystallisirt auf diese Art aus einer wässrigen Auflösung in Würfeln, Alaun in Oktaedern, Eisen- oder Kupfervitriol in viel weniger regelmässigen Krystallen.

Es gibt aber auch Körper, welche sich in jeder Menge Wassers auflösen, oder von denen, wenn sie einmal aufgelöst sind, das Wasser sich nicht so vollständig entfernen lässt, dass sich Krystalle bilden. Gummi im Wasser aufgelöst gibt eine Flüssigkeit, die bei Entfernung des Wassers immer dicker wird, endlich eintrocknet, oder einen starren Aggregatzustand annimmt, ohne dass sich Theilchen nach irgend einer geregelten gegenseitigen Anziehungskraft daraus absondern. Keine andere als die Schwerkraft und die später eintretende allgemeine Cohäsion ist bei der Bildung dieses starren Körpers wirksam gewesen. Zum Gegensatz der krystallisirten oder krystallinischen Körper nennt man Massen dieser Art amorphe, gestaltlose. Nur das Produkt der

Krystallisationskraft erscheint als ein einzelnes, von allen übrigen individuell abgesondertes Ding, als ein Individuum. Eine eingetrocknete oder auf die Art wie das Gummi fest gewordene Masse zeigt keine Individualität, weder im Ganzen noch in den einzelnen Theilen. Eben so wenig ist diess der Fall bei Glas, welches aus einem zähen, geschmolzenen Zustande erkaltet und starr geworden ist, ohne dass sich die Theilchen desselben zu Krystallen zusammen gezogen hätten. Das Amorphe ist innerhalb der starren Körper noch immer ein dem flüssigen analoger Zustand. Zucker gibt geschmolzen und dann erkaltet einen bekannten, durchsichtigen, starren Körper, ohne Spur von Krystallisation oder Individualisirung, einen amorphen Körper. Ueberlässt man Stücke davon sich selbst, so geht er nach und nach von der Oberfläche in den krystallinischen Zustand über. Die Theilchen der Materie haben also in diesem Zustande eine so starke Anziehung gegen einander, dass sie nicht nur die Schwerkraft, sondern auch die Cohäsion unter sich selbst, obwohl der Körper schon fest geworden ist, zu überwinden vermögen.

Amorphe Körper nehmen die Form des Raumes an, in welchem der flüssige Körper sich befand, aus dem sie durch Starrwerden entstanden sind. Die kugelförmige Gestalt der Tropfen, auch die Gestalten, welche durch Berührung mehrerer halbfester Tropfen entstehen, wenn diese schon zu zähe waren, um noch in einen einzigen zusammen zu laufen, gehören ebenfalls den amorphen Körpern an. Zwar zeigen auch krystallinische Körper ähnliche Gestalten, die in der Folge näher betrachtet werden; aber die innere Beschaffenheit derselben verräth jederzeit, ob sie aus einer nicht individualisirten Masse bestehen, oder ob sich Individuen, von einander verschiedene Einzelwesen, entdecken lassen.

Man hat den Ausdruck amorph, gestaltlos, da doch die Kugel auch eine Gestalt (μόρφη) sey, als unpassend bezeichnet. Wir beziehen die Gestalt auf etwas, dem betrachteten Körper eigenthümliches; die Kugel- oder Tropfenform, als eine allgemeine Erscheinung flüssiger Körper, ist daher dem Körper an sich fremdartig, und findet sich also in dem Begriffe des amorphen enthalten. Nicht das Starre hat die Kugelform angenommen, sondern das Flüssige, aus dem es hervor ging.

Durch Anziehung gegen einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt entstehen im Sand, Mergel, Sandsteinschichten, kugelförmige Massen, ohne noch krystallinische Struktur zu zeigen. Ehrenberg hat sie Krystalloide genannt. Sehr ausgezeichnet sind die Hornsteinconcretionen oder Krystalloide vom Djebel el Denderah in Oberägypten in der Sammlung des k. k. montanistischen Museums, welche Herr Bergrath Russegger sammelte. Auch in dem tertiären Sande der Umgegend Wiens, z. B. in dem Abraum des Matzleinsdorfer Ziegelofens finden sie sich sehr deutlich. Die von Imatra in Finnland sind von ihrer Localität Imatrasteine genannt worden. Zuweilen wachsen zwei derselben seitwärts zusammen und bilden Brillensteine.

9. Krystall.

Das einzelne Produkt der individualisirenden Kraft in der unorganischen Natur ist dem Vorhergehenden entsprechend ein Krystall.

Die Beobachtung der Phänomene, welche die Krystallisation begleiten, wenn man auch bloss die physikalische Seite betrachtet, ohne auf das viele in chemischer Beziehung merkwürdige einzugehen, verbreitet so viel Licht und Verständniss der unorganischen Körper überhaupt, dass es Jedem anzurathen ist, der diese erlangen will, sich mit dem Gegenstande selbst praktisch zu beschäftigen. Fast jeder Körper zeigt dabei gewisse Eigenthümlichkeiten, von denen hier einige angedeutet werden sollen.

Körper, die im heissen Wasser mehr auflöslich sind als im kalten, wie der Alaun, krystallisiren bei Abkühlung der Flüssigkeit; ist die Auflöslichkeit im heissen und kalten Wasser ziemlich gleich, wie beim Salz, so ist eine wirkliche Verdunstung des Wassers nothwendig.

Augenscheinlich vergrössern sich die Krystalle in den Flüssigkeiten durch Zusatz von Aussen. Diess lässt sich dadurch beweisen, dass, wenn man in eine gesättigte Auflösung einen schon gebildeten Krystall bringt, sich an diesen neue Schichten anlegen. Macht man Versuche in hohen Gefässen, so bemerkt man, wie in den tieferen Schichten aus der mehr gesättigten Auflösung sich die Krystalltheilchen absetzen, während die oberen Schichten

noch immer von derselben auflöslichen Substanz in sich aufzunehmen fähig sind, da die Auflösung daselbst eben durch das Krystallisiren an Dichtigkeit abnimmt. In diesem Wachsthum von Aussen, während das Innere unverändert bleibt, unterscheiden sich insbesondere unorganische von organischen Körpern, bei denen die hinzuzufügende Materie durch innerliche Vorrichtungen verarbeitet und abgesetzt wird.

Die Grösse der Krystalle ist verschieden, diess macht jedoch keine Verschiedenheit für die wissenschaftliche Betrachtung ihrer übrigen Eigenschaften, so lange sie noch überhaupt wahrgenommen werden können. Manche Krystalle sind kaum noch mit dem Mikroskop erkennbar, andere besitzen sehr beträchtliche Länge und Dicke. Es gibt Kalkspath-, Feldspath-, Glimmer-, Gyps-, Schwerspath-Krystalle von bedeutender Grösse. Ein Quarzkrystall von Madagaskar in dem k. k. Hof-Mineralienkabinette ist über drei Fuss lang.

Aus der Entstehungsweise der Krystalle ist klar, dass sie durchaus von derselben homogenen Materie gebildet seyn müssen, welche den von der Oberfläche der Krystalle eingeschlossenen Raum mit Kontinuität erfüllt, sie besitzen ihre regelmässige, ihnen eigenthümliche Gestalt in jedem Augenblick ihrer Bildung, die Gestalt, in welcher sie uns erscheinen, von demjenigen Augenblick an, in welchem eine fernere Bildung unterbrochen wird, oder diejenigen Verhältnisse aufhören, unter denen sie ihre Formen erhielten.

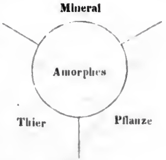
Die regelmässige Form allein ist zur Charakterisirung eines Krystalls nicht hinreichend; man erhält regelmässige Formen aus einigen Mineralien durch blosses Wegsprengen oder Zerbrechen eines Theiles derselben; im Allgemeinen aber als Kunstprodukt durch ein mechanisches Mittel, Schleifen u. s. w. Auch die homogene Materie, welche sie von ihrer Bildung an besitzen, ist nothwendig, denn es gibt Körper, die von der Natur ursprünglich regelmässig als Krystalle gebildet, späterhin wieder durch und durch eine von der Krystallform unabhängige Beschaffenheit angenommen haben. Ein Krystall von Glaubersalz verwandelt sich an der Luft sehr bald in ein weisses Pulver von sehr lockerem Zusammenhalte, das noch die ursprüngliche Form bewahrt. Man

nennt Körper dieser Art Pseudomorphen. Ein eigener Abschnitt ist ihrer Betrachtung gewidmet. Hier wurden sie nur erwähnt, um das Wesen eigentlicher Krystalle besser ins Licht zu stellen. Die ursprüngliche Krystallform ist noch übrig, umschliesst aber keinen einzelnen Krystall mehr.

10. Individuum.

Auf die Krystalle bezieht sich jede naturhistorische Untersuchung. Sie sind die eigentlichen Individuen des Mineralreiches. Aber sie finden sich nur selten in der hier betrachteten Vollkommenheit. Oft berühren sie sich und verlieren in der Berührung ihre regelmässige Form. Sehr oft ist der Gegenstand unserer unmittelbaren Beobachtung bloss ein Theil eines Individuums, zum Beispiel ein Bruchstück von einem Krystall, und dann betrachten wir ihn nur in so fern, als er ein Theil eines Individuums ist, um von den beobachteten Eigenschaften des Theils auf das Ganze zu schliessen. So können wir die Eigenschaften des Kalkspathes mit grosser Genauigkeit kennen lernen, wenn wir ein Bruchstück von einem Krystall desselben untersuchen. Oft sind die Individuen so verwachsen und so klein, dass man sie nicht einzeln untersuchen kann. Doch ist es dann oft noch möglich, mehrere dieser Individuen auf einmal zu untersuchen, um wenigstens einige der Eigenschaften kennen zu lernen, die den Individuen zukommen müssen. Der carrarische Marmor z. B., eine Zusammenhäufung vieler kleiner Individuen von Kalkspath, gibt in der naturhistorischen Untersuchung auch die nämliche Härte, das nämliche eingenthümliche Gewicht, die nämliche Farbe u. s. w., aber man kann die regelmässigen Formen nicht erkennen, wenn man nicht etwa ein einzelnes Individuum, so klein es auch sey, von den übrigen absondert, und es auf die Form für sich untersucht. Setzt man eine genaue mikroskopische Untersuchung der Körper bis jenseits einer gewissen Grenze fort, so erhält man zwar für einige Körper Beobachtungen von krystallinischer Form, für andere aber nicht. Brown, Ehrenberg, Harting, Marchand haben über die Formen, welche sich dabei zeigen, viel Interessantes bekannt gemacht. Dennoch ist dieses Feld sehr wenig erschöpft. Fortgesetzte Untersuchungen werden vielleicht aus einem veränderten Gesichts-

punkte verlangen, dass man alle wirklich amorphen Körper, die gasförmigen, die tropfbaren, und in ihrem Gefolge gewisse starre Körper, von dem Mineralreiche absondere, welches dann durch das Daseyn von der Wirkung der Krystallisationskraft noch genauer als jetzt charakterisirt seyn wird, indem das Amorphe, die Materie, wie in der beigefügten Skizze,



erst der Krystallisationskraft oder der Vitalprocesse bedarf, um in eines der drei umgebenden Naturreiche einzutreten. So interessant aber diese Forschungen sind, so berühren sie weniger den praktischen Mineralogen in seinen Arbeiten, indem wir es doch grösstentheils mit erkennbaren Individuen zu thun haben.

11. Einfach, zusammengesetzt, gemengt.

Ein Mineral, welches aus einem einzigen Individuo besteht, oder ein Theil desselben ist, wird ein einfaches Mineral genannt. Das zusammengesetzte Mineral besteht aus mehreren einfachen von gänzlich gleicher Beschaffenheit, das gemengte Mineral aus mehreren einfachen von verschiedener Beschaffenheit.

Diese allgemein verständlichen Definitionen werden am deutlichsten durch Beispiele erläutert. Krystalle und Körner von Granat, die krystallinischen Stengel von Kalkspath, die einzelnen Theile, aus denen die körnigen Kalksteine bestehen, sind einfach.

Zusammengesetzt sind die eben erwähnten körnigen Kalksteine, die Kugeln von Schwefelkies, Pyrit und Markasit, die tropfsteinartigen Gestalten des Chalzedons und Brauneisensteines. Krystalle in der Zusammensetzung hindern sich gegenseitig, eine regelmässige Gestalt anzunehmen, nur wo sie in den freien Raum ausgehen, beobachten wir, wenn sie nicht zu klein sind, wirkliche Krystallspitzen.

Gemengte Mineralien erscheinen häufig in der Natur. Sie sind für sich kein Gegenstand der naturhistorischen Betrachtung. Ihr

Studium interessirt vorzüglich die Geognosie. Aber das Individuum in denselben aufzusuchen, es von dem Ungleichartigen zu trennen, es für sich zu bestimmen, das ist die Aufgabe der Mineralogie, welche zur Erklärung der so vielfältig vorkommenden gemengten Gebirgssteine wichtig und unabweislich ist. Die Gemenge bestehen oft aus so kleinen Individuen der verschiedenen Spezies, dass es höchst schwierig ist, sie in dem Gemenge zu erkennen und zu unterscheiden, doch dürfen sie nicht als einfach in dem Systeme aufgenommen werden, weil jeder ihrer Bestandtheile bereits darin enthalten ist. Das genaue Studium der Formen der Gemenge ist sehr nützlich für die Beurtheilung des Vorkommen der Individuen in denselben.

Granit, Gneus, Glimmerschiefer, Porphyr sind Gemenge. Eisenkiesel, Heliotrop, Basalt sind innige Gemenge.

Was MOHS, dem wir darin gerne folgen, Zusammensetzung nennt, ist von WERNER früher als Absonderung betrachtet worden. Schon durch jenes Wort allein wird das richtige Verhältniss bezeichnet. Wir behalten das Wort Absonderung bei, um ein Verhältniss anzudeuten, welches bei zusammengesetzten und selbst bei gemengten Mineralien unabhängig von der Zusammensetzung oder dem Gemenge vorkommt, und in gewissen Modifikationen der Zerklüftung seinen Grund hat.

12. Zerstört, nicht ausgebildet.

Mineralien, denen die Individualisirung durch die Krystallisationskraft fehlt, bieten keine Gewährleistung ihrer Eigenthümlichkeit, und bereiten jedem Systeme nur Schwierigkeiten.

Die Betrachtung, dass sie entweder z e r s t ö r t oder n i c h t vollständig a u s g e b i l d e t seyen, obwohl der Naturgeschichte eigentlich fremd, dient, um sie von der systematischen Betrachtung auszuschliessen.

Die Produkte der Krystallisationskraft bleiben so lange Gegenstand der naturhistorischen Betrachtung, als sie die Eigenschaften behalten, die sie bei ihrer ersten Bildung erhielten. Sie hören auf jenes zu seyn, wenn sie diese verlieren. Wenn der natürliche Zustand, derjenige, den es in seiner Bildung angenommen hat, aufhört, so ist das Mineral zerstört. Zerstörte Mitera-

lien erscheinen als Pulver, als formlose Massen ohne bestimmten Graden von Härte oder eigenthümlichem Gewicht, ohne Glanz, von geringer Consistenz. So ist die Porzellanerde, ein zerreibliches Mineral, dessen Entstehung durch die Verwitterung gewisser Feldspathspezies nachgewiesen wird, ein Beispiel der Zerstörung. Spatheisenstein, Pyrit geben durch Zerstörung eine braune, glanzlose aber feste Masse, die noch die Form der ursprünglichen Krystalle zeigt, aus denen sie entstanden sind. Nebst den chemischen Einwirkungen sind es aber auch mechanische, welche die Eigenschaften der Mineralien, vorzüglich die, welche die Form betreffen, gänzlich zerstören. Ein fein gepulvertes, abgeschlämmtes, oft vorher schon durch Verwitterung zu Staub zerfallenes Mineral, wer soll im Stande seyn, bei einem solchen die frühere naturhistorische Beschaffenheit zu enträthseln. Und doch hat man in der ältern Mineralogie versucht, dergleichen und sogar Gemenge aus zerstörten Mineralien als eigenthümliche Gattungen von gleicher Geltung mit den vollendetsten Produkten der Krystallisationskraft zu bestimmen. Mohs hat sie sehr schicklich mit den todten Individuen der organischen Reiche verglichen. Dennoch können wir uns bei dieser Nachweisung in der Mineralogie noch nicht beruhigen. So wie die Zerstörung in den organischen Reichen zu neuen organischen Bildungen Anlass gibt, ebenso kann eine mineralogische Spezies nicht zerstört werden, ohne unmittelbar oder mittelbar andere Spezies hervorzubringen. Aber dieses findet oft nur allmählig statt, und alle die Zwischenstufen müssen wir als unausgebildet gleichfalls von der strengen naturhistorischen Betrachtung ausschliessen. Der Gang der Veränderung aus dem unbestimmbaren in das bestimmbare erscheint unbezweifelbar in folgendem Beispiele. Aus einer grossen Anzahl von Wildbächen der Gebirge vereinigen sich die getrübten Fluthen in den Strömen mit den abgeriebenen Theilchen nicht nur von einer Unzahl von Gebirgsgesteinen, von frischen und zerstörten Mineralien, sondern auch von Humus und mancherley organischen Stoffen. Schlamm setzt sich erst in ruhigen Gewässern ab. Diess ist die letzte Form der zerstörten Mineralien. Aber der Schlamm lagert sich fester zusammen. Schon ist einstweilen chemische Affinität wirksam gewe-

sen. Die bläulichgraue Farbe der Thone, der vorzüglich an Bruchstücken von Vegetabilien abgesetzte Schwefelkies beweisen eine fortschreitende Reduktion. Der Schwefelkies selbst ist die erste neuerdings im bestimmbaren Zustande herausgetretene Spezies. Der Thon ist immer noch unausgebildet und unbestimmbar. Aber der Thon verhärtet zu Mergel. Aus der noch immer unbestimmbaren Grundmasse erscheinen nun immer mehr ausgeschiedene deutlich erkennbare Spezies, deren Theilchen gegenseitige Anziehungskraft genug besassen, um den Widerstand jener zu besiegen. Noch mehrere erscheinen im Thonschiefer. Endlich erlauben die Chloritschiefer, Amphibolschiefer, Gneuse die vollständige Bestimmung eines jeden der einzelnen verschiedenartigen Mineralien, welche darin wahrgenommen werden können, als gut charakterisirte Spezies.

Man kann nicht zu vorsichtig seyn, die auf diese Art unbestimmbaren Mineralien, aus den Mineralsystemen auszuschliessen, welche die eigentlichen Spezies enthalten, da sie am Ende nur dazu dienen können, auch dem Sicheren, was man von den übrigen kennt, den Schein des Schwankenden zu geben. Aber doch sind diese Körper für den Menschen von der höchsten Wichtigkeit. Sie setzen einen grossen Theil des Erdkörpers zusammen, sie werden in den Künsten des Lebens nützlich verwendet, und Niemand ist so vorbereitet, die genauesten Untersuchungen darüber anzustellen und mitzutheilen, als der Mineralog, der mit der wirklichen Spezies bekannt, und der Methode der Beschreibung vertraut, stets die Resultate der Chemie und Geognosie ins Auge fasst.

13. Eintheilung der naturhistorischen Eigenschaften.

Die naturhistorischen Eigenschaften werden in drei verschiedenen Abschnitten erörtert, und zwar insofern sie den einfachen Mineralien allein, oder den zusammengesetzten Mineralien allein zukommen, oder beiden gemeinschaftlich sind.

Die naturhistorischen Eigenschaften des einfachen Minerales sind:

1. Die geometrischen Verhältnisse, oder die Krystallisation geometrisch betrachtet.

2. Die Beschaffenheit der Oberfläche der Individuen.

3. Die Phänomene der Struktur, die Theilbarkeit, und der Bruch oder regelmässige und unregelmässige Struktur.

Die naturhistorischen Eigenschaften, welche blos zusammengesetzten Mineralien zukommen, beziehen sich auf diese Zusammensetzung selbst. Auch sie werden nach äusserer Gestalt und innerer Struktur unterschieden und erörtert.

Die Erscheinung gemengter Mineralien schliessen sich an die Untersuchung der zusammengesetzten.

An einfachen und zusammengesetzten Mineralien gemeinschaftlich beobachten wir die Verhältnisse gegen das Licht: 1. Glanz, 2. Farbe und Strich, 3. Durchsichtigkeit nebst der einfachen und doppelten Strahlenbrechung und der Lichtpolarisation. Ferner gehören hieher einige sogenannte physikalische, oder Massenverhältnisse, oder solche, die sich auf die Substanz selbst beziehen. Sie beziehen sich 1. auf die Wärme, 2. den Aggregationszustand, 3. die Härte, 4. das eigenthümliche Gewicht, 5. den Magnetismus, 6. die Elektrizität, 7. den Galvanismus, 8. die Phosphorescenz, 9. den Geruch und 10. den Geschmack.

ERSTER ABSCHNITT.

Die naturhistorischen Eigenschaften der einfachen Mineralien.

I. GESTALT.

14. Krystallgestalt.

Die wichtigste Eigenschaft der Krystalle ist die Gestalt derselben oder die Krystallgestalt. Die Wissenschaft, welche die Gestalt der Krystalle geometrisch betrachtet, ist die Krystallographie.

Der Krystall ist das für die geometrische Betrachtung Gegebene. Er ist ein Körper, oder eine Krystallgestalt von allen Seiten begrenzt durch Flächen. Die Flächen schneiden sich in geraden Linien, welche man Kanten nennt. Drei Kanten, oder mehrere laufen in Punkten zusammen, die man Ecken oder Spitzen nennt. Man studirt die Form selbst nicht an den wirklichen Krystallen, die gar oft von der Regelmässigkeit zu sehr abweichen, sondern an Modellen, die zu dem Zwecke verfertigt sind, um die krystallographischen Begriffe anschaulich zu machen.

Die Krystallographie, wörtlich Krystallbeschreibung, belehrt uns über alles Wissenswürdige in Bezug auf die räumlichen Verhältnisse der Krystalle. Sie kann vorzüglich auf zweierlei Art behandelt werden, analytisch und synthetisch, die erstere geht vom Allgemeinen zum Besonderen über, die letztere umgekehrt vom Besonderen zum Allgemeinen. Die Methode von Mohs ist vorzüglich geschickt in einem mehr synthetischen als analytischen Wege, obwohl beide, um die möglichste Kürze mit der möglichsten Anschaulichkeit zu verbinden, nach Umständen abwechselnd angewendet werden müssen, Diejenigen in die Kenntniss der Krystallographie einzuführen, welche sich derselben zu dem Zwecke bedienen wollen, die Erscheinungen in der Natur kennen zu lernen.

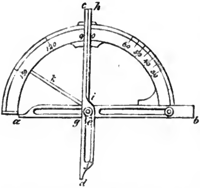
Unter dem Worte Krystallographie begreifen wir Alles, was zur geometrischen Kenntniss der Krystalle gehört. Man hat verschiedene Worte theils für das Ganze, theils für einzelne Theile gebraucht, Krystallographie, Krystallonomie, Krystallometrie, Krystallogenie, Krystallophysik u. s. w., theils auch für Untersuchungen anderer Art, deren Gegenstand die Krystalle sind. Sie beziehen sich auf Krystallkenntniss im Allgemeinen, auf die Gesetze der Krystallisation, auf Messung und Entstehung der Krystalle, ihre Eigenschaften in mancherlei Beziehung, wie diess aus der Etymologie erhellt.

15. Flächen.

Die Krystallflächen werden alle als geometrische Ebenen betrachtet, obwohl sie diess in der That nicht immer sind. Sie bieten mancherlei Figuren dar. Der wichtigste Unterschied, der sich an denselben wahrnehmen lässt, ist, ob sie einander gleich und ähnlich, oder ob sie verschieden sind. Die ersteren werden gleichnamige, die letzteren ungleichnamige Flächen genannt. In der Natur sind jedoch nicht immer die gleichnamigen Flächen wirklich gleich und ähnlich, doch haben sie immer gleiche Lage in Beziehung auf einander.

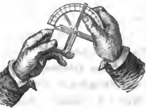
Die Seiten schliessen mit einander Winkel ein, die Winkel der Flächen sind die Neigungen zweier Seiten gegen einander. Zur Messung der Winkel dient vorzüglich das von Caranoeau erfundene Gonyometer, dessen Anwendung auf die Krystalle der Mineralspezies den Arbeiten Haüys einen bis dahin unerreichten Grad der Genauigkeit ertheilte. Wir sind jetzt selten in der Lage, bei den genauen Messungen uns dieses Instrumentes zu bedienen, da hiezu die verschiedenen Modificationen der Reflexionsgonyometer zweckmässiger sind. Nur bei grossen, wohlgebildeten Krystallen zeigt sich ein Gebrauch desselben. Aber bei Krystallmodellen entbehrt man ein wichtiges Mittel zur Erläuterung krystallographischer Verhältnisse, wenn man dieses Handgonyometer nicht stets im Gebrauche hat, um die Neigung der Flächen gegen einander, oder die Kanten, zu messen.

Fig. 1.



Das Handgonyometer, Fig. 1, ist ein sehr einfaches Instrument. Es besteht aus einem in Grade getheilten Halbkreis von Metall, an dem zwei bewegliche Lineale angebracht sind. Das eine, *ab*, kann nur der Länge nach verschoben werden. Seine Mittellinie, welche durch den Mittelpunkt der Bewegung des andern Lineals, *cd*, geht, verbindet die Punkte 0° und 180° mit einander, oder liegt im Durchmesser des Kreises. Das Lineal *cd* hat zwei Bewegungen, einmal um den Punkt *g* herum und dann auch der Länge nach vermittelst der Oeffnung *ef*. Die scharfe Kante *hi*, deren Verlängerung durch den Umdrehungspunkt *g* geht, schneidet auf dem eingetheilten Kreise die Grade und Minuten ab, welche einen Winkel messen, der von den beiden Linien *ab* und *cd* eingeschlossen wird, die denen durch den Umdrehungspunkt gehenden parallel sind. Diese Linien werden nun, wenn man eine Kante messen will, so wie Fig. 2 zeigt, mit den an der Kante anliegenden Flächen in Berührung gebracht, so dass jeder Schenkel auf einer Fläche ruht, und um dieses leichter genau thun zu können, gibt man dem Metalle, aus dem die Lineale bestehen, etwas Breite. Man hält den zu messenden Krystall in der linken Hand, während man mit dem Daumen und Zeigefinger der rechten das Lineal *cd* frei herum bewegt, und so an die zu messenden Flächen anschliesst, zugleich aber in der Richtung der Kante hinsieht, welche diese Flächen einschliessen. Man kann so dem wahren Winkel sich recht gut bis innerhalb eines Viertelgrades oder 15 Minuten nähern.

Fig. 2.



Unter den verschiedenen Verbesserungen, die man für dieses Instrument vorgeschlagen hat, ist eine bei allen angebracht. Sie wird manchmal nützlich, wenn man an wirklichen Krystallen Messungen vornehmen will, die nicht von ihrer Unterlage abgebrochen werden sollen. Der Bügel *k* kann weggeschoben und die Hälfte des Halbkreises zurück gebogen werden. Es werden wohl auch die Lineale *ab* und *cd* ganz von dem eingetheilten Halbkreise getrennt. Man misst dann mit den Linealen allein den Winkel, und legt sie sodann auf den Halbkreis, in den sie durch angemessene Vertiefungen passen, und so den verlangten Winkel abschneiden.

Die Figuren, welche die Flächen darbieten, sind sehr mannigfaltig, sie sind dreieckig, viereckig, fünfeckig, sechseckig, u. s. w. Seiten und Winkel haben die Bedeutung wie in der Geometrie.

Die Dreiecke sind gleichseitig Fig. 3, gleichschenklig Fig. 4, ungleichseitig Fig. 5.

Fig. 3.

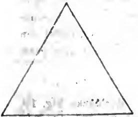


Fig. 4.

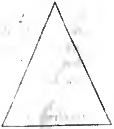


Fig. 5.



Von den zweiten und dritten gibt es natürlich bei den mannigfaltigen Winkeln, die vorkommen können, eine grosse Anzahl verschiedener Dreiecke, von welchen die beiden nur Beispiele sind. Insbesondere ist bei den gleichschenkligen Dreiecken Fig. 4 der einzelne Winkel nicht immer spitzig, wie es hier gezeichnet wurde, sondern häufig auch stumpf. Auch ungleichseitige Dreiecke enthalten oft einen stumpfen Winkel.

Wenn man durch die Winkelpunkte *a* eines gleichseitigen Dreieckes Fig. 6 Linien zieht, welche den gegenüberliegenden Seiten *A* parallel sind, so erhält man wieder ein gleichseitiges Dreieck, welches das um das ursprüngliche umschriebene genannt wird. Die zwei Dreiecke befinden sich gegen einander in verwendeter Stellung. Die Seiten des einen sind den gegenüberliegenden Seiten des andern parallel.

Fig. 6.

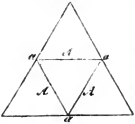
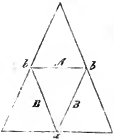
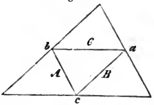


Fig. 7.



Um ein gleichschenkliges Dreieck Fig. 7 lässt sich auf gleiche Art durch die Winkelpunkte *a*, *b*, *b* ein dem ursprünglichen ähnliches gleichschenkliges Dreieck umschreiben, indem man Linien den Seiten *A*, *B*, *B*, parallel zieht. Das umschriebene Dreieck hat die entgegengesetzte Lage des ursprünglichen.

Fig. 8.



Ein umschriebenes ungleichseitiges Dreieck Fig. 8 erhält man, wenn durch die Winkelpunkte des ursprünglichen Dreieckes *a*, *b*, *c* parallel den Seiten *A*, *B*, *C* gerade Linien gezogen werden.

Die Vierecke sind Quadrate Fig. 9, Rechtecke Fig. 10, Rhomben Fig. 11, Rhomboiden Fig 12, Deltoide Fig. 13, Trapeze Fig. 14, oder Trapezoide Fig. 15.

Fig. 9

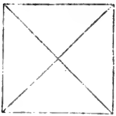


Fig. 10.



Fig. 11.

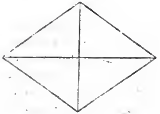


Fig. 12.

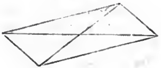


Fig. 13.

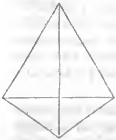
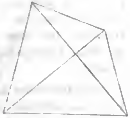


Fig. 14.



Fig. 15.



Das Quadrat Fig. 9 hat vier gleiche Seiten und vier rechte Winkel.

Das Rechteck Fig. 10 hat zwei Paare gleicher Seiten und vier rechte Winkel.

Der Rhombus Fig. 11 hat vier gleiche Seiten, und zwei Paare gleicher, einander gegenüber liegender schiefer Winkel.

Der Rhomboides Fig. 12 hat zwei Paare gegenüber liegender gleicher Seiten, und zwei Paare gleicher gegenüberliegender schiefer Winkel.

Das Deltoid Fig. 13 hat zwei Paare anliegend gleicher Seiten, ein Paar gegenüberliegende gleiche und zwei einzelne einander gegenüberliegende Winkel.

Das Trapez Fig. 14 hat ein Paar gegenüberliegende gleiche und zwei einzelne parallele Seiten, und zwei Paare anliegender gleicher Winkel.

Das Trapezoid Fig. 15 hat vier einzelne Seiten und vier einzelne Winkel. Drei Seiten können einander gleich seyn, aber nur zwei Winkel, diese aber können sogar rechte seyn.

Die Linien, welche in den Vierecken die gegenüberstehenden Winkel verbinden, sind ihre **Diagonalen**.

Die Diagonalen der Quadrate Fig. 9 sind einander gleich, sie schneiden sich unter rechten Winkeln, und zertheilen die Flächen in vier gleiche und ähnliche gleichschenklige Dreiecke.

Die Diagonalen der Rechtecke Fig. 10 sind einander gleich, sie schneiden sich unter schiefen Winkeln, und zertheilen die Fläche in zwei Paare gleicher und ähnlicher gleichschenkliger Dreiecke.

Die Diagonalen der Rhomben Fig. 11 sind von ungleicher Länge, sie schneiden sich unter rechten Winkeln und zertheilen die Flächen in vier gleiche und ähnliche ungleichseitige Dreiecke. Die längere Diagonale der Rhomben wird auch die **Makrodiagonale**, die kürzere die **Brachydiagonale** genannt.

Die Diagonalen der Rhomboiden Fig. 12, sind von ungleicher Länge, sie schneiden sich unter schiefen Winkeln, und zertheilen die Fläche in zwei Paare gegenüberliegender gleicher und ähnlicher ungleichseitiger Dreiecke.

Die Diagonalen der Deltoide Fig. 13 können von gleicher oder ungleicher Länge seyn. Sie schneiden sich unter rechten Winkeln und zertheilen die Fläche in zwei Paare gleicher und ähnlicher anliegender ungleichseitiger Dreiecke.

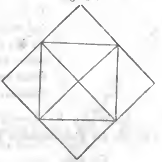
Die Diagonalen der Trapeze Fig. 14 sind einander gleich, sie schneiden sich unter schiefen oder rechten Winkel, und zertheilen die Fläche in zwei ähnliche, aber ungleiche gleichschenklige und in zwei gleiche und ähnliche ungleichseitige Dreiecke.

Die Diagonalen der Trapezoide Fig. 15 sind gleich oder ungleich, schneiden sich unter rechten oder schiefen Winkeln, und zertheilen die Fläche in vier ungleiche und unähnliche Dreiecke, von denen nur eines in besonderen Fällen ein gleichschenkliges seyn kann, wenigstens drei aber ungleichseitig sind.

Aehnliche Kontraste wie bei der Zertheilung durch beide Diagonalen, lassen sich durch die Zertheilung der Vierecke durch eine der Diagonalen auffinden.

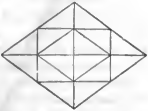
Vermittelst gerader Linien, die den Diagonalen eines Quadrates parallel sind, lässt sich um dasselbe herum ein anderes Quadrat verzeichnen. Man sagt, dass zwei Quadrate dieser Art sich gegeneinander in *diagonaler* Stellung befinden. Die Seiten des umschriebenen Quadrates sind den Diagonalen des ursprünglichen, die Diagonalen desselben den Seiten des ursprünglichen parallel.

Fig. 16.



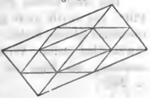
Um einen Rhombus Fig. 17 lässt sich ein Rechteck, um das Rechteck wieder ein dem vorigen ähnlicher Rhombus auf dieselbe Art durch, den Diagonalen parallel, gezogene Linien beschreiben. Die Seiten der umschriebenen Figur sind den Diagonalen der ursprünglichen parallel und umgekehrt.

Fig. 17.



Um einen Rhomboides Fig. 18 erhält man wieder einen Rhomboides, doch demselben unähnlich, dann wieder eine der ursprünglichen ähnliche Figur gleicher Art.

Fig. 18.

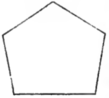


Um ein Deltoid kann man ein excentrisches Rechteck, um dieses ein ähnliches Deltoid; um ein Trapez einen excentrischen Rhombus, um diesen ein ähnliches Trapez; um ein Trapezoid einen excentrischen Rhomboides, um diesen ein ähnliches Trapezoid beschreiben.

Das symmetrische Ansehen nimmt in der hier angenommenen Reihenfolge augenscheinlich ab.

Das regelmässige *Fünfeck* kommt in der Natur nicht vor. Ein Fünfeck, welches zwei Paare gleicher und einen einzelnen

Fig. 19.



Winkel, und vier gegenüberstehende gleiche und eine einzelne Seite hat, Fig. 19, ist unter den Fünfecken den gleichschenkligen Dreiecken unter den dreiseitigen Figuren analog, heisst auch wohl ein gleichschenkliges Fünfeck.

Unter den Sechsecken bemerken wir das regelmässige Fig. 20, das gleichwinklige Fig. 21 und das symmetrische Fig. 22.

Fig. 20.

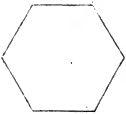


Fig. 21.

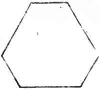
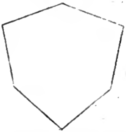


Fig. 22.



Das erste enthält gleiche Seiten, und gleiche Winkel, von 120°, das zweite zwar gleiche Winkel von 120° aber nur abwechseind gleiche Seiten. Das dritte enthält gleiche Seiten, aber abwechselnd gleiche Winkel. Zwei benachbarte Winkel haben zusammen das Mass von zwei Winkeln von 120°, oder sind = 240°.

Fig. 23.

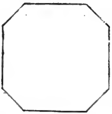
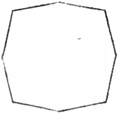


Fig. 24.



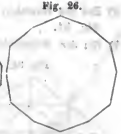
Unter den Achtecken zeigt die Natur kein regelmässiges, wohl aber analog den obigen Sechsecken gleichwinklige Fig. 23, und symmetrische Fig. 24. Die ersteren enthalten gleiche Winkel, von 135° und abwechselnd gleiche Seiten, die zweiten gleiche Seiten, und abwechselnd gleiche Winkel, von denen je zwei benachbarten zusammen gleich sind 270°.

Auch regelmässige **Zwölfecke** kommen nicht vor, dagegen wie bei den Sechs- und Achtecken gleichwinklige Fig. 25 und symmetrische Fig. 26, von welchen die ersteren gleiche Winkel von 150°, und abwechselnd gleiche Seiten, die letzteren gleiche Seiten, und abwechselnd gleiche Winkel zeigen, je zwei benachbarte Winkel zusammen = 300°.

Fig. 25.



Fig. 26.



NAUMANN nennt die Figuren mit gleichen Seiten und abwechselnd gleichen Winkeln Ditrigone Fig. 22, Ditetragone Fig. 24, Dihexagone Fig. 26.

Alle diese Figuren werden im Vergleich mit Dreiecken oder Vierecken beurtheilt, welche in dieselben eingeschrieben, oder darin verzeichnet werden können, indem man die Mittelpunkte der Seiten, oder symmetrisch gelegene Punkte überhaupt durch gerade Linien verbindet, analog den oben berührten Umschreibungen.

Man erhält durch dieses Verfahren:

1) Bei den Dreiecken ähnliche Dreiecke in verwendeter Stellung Fig. 27, 28, 29.

Fig. 27.

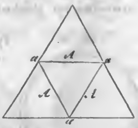


Fig. 28.

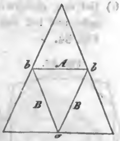


Fig. 29.

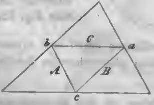
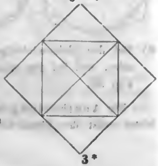


Fig. 30.



2) Bei den Quadraten andere Quadrate in diagonaler Stellung Fig. 30.

3) Bei den Rhomben Rechtecke und bei den Rechtecken Rhomben Fig. 31.

4) Bei den Rhomboiden andere Rhomboiden Fig. 32.

Fig. 31.

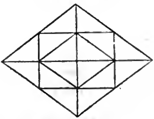


Fig. 32.

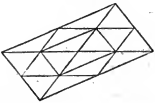


Fig. 33.

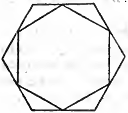
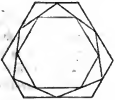


Fig. 34.



5) Bei den regelmässigen Sechsecken kleinere regelmässige Sechsecke in abweichender Stellung Fig. 33.

6) Bei den gleichwinkeligen Sechsecken erhält man symmetrische und bei den symmetrischen gleichwinkelige Sechsecke Fig. 34.

Fig. 35.

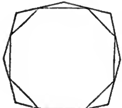
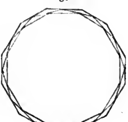


Fig. 36.



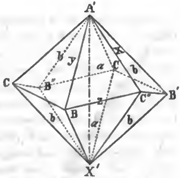
7) Bei den gleichwinkeligen Achtecken erhält man symmetrische und bei den symmetrischen gleichwinkelige Achtecke Fig. 35.

8) Bei den gleichwinkeligen Zwölfecken erhält man symmetrische, und bei den symmetrischen gleichwinkelige Zwölfecke Fig. 36.

Die Austheilung der Flächen an den Krystallgestalten bietet nebst der Figur derselben noch die besondere Art ihrer

Anordnung dar. Sie erscheinen nicht immer einzeln, sondern in symmetrischer Lage gegen einander als Flächensysteme oder Flächengruppen. Zwei Flächen bilden oft ein Flächenpaar. Manche Gestalten zeigen lauter Flächenpaare, dergleichen sind die Skalenoeder Fig. 37 oder ungleichschenkligen sechsseitige Pyramiden.

Fig. 37.



Flächensysteme von drei, vier und sechs Flächen erscheinen häufig an denjenigen symmetrischen Gestalten, welche den Hauptumriss des Würfels und des Oktaeders haben. Das Finoroid Fig. 38 zeigt sechs vierzählige, das Galenoid Fig. 39 acht dreizählige Flächensysteme. An den Adamantoiden Fig. 40 lassen sich je nach den Winkelverhältnissen acht sechszählige oder sechs achtzählige, oder endlich zwölf vierzählige Flächensysteme unterscheiden.

Fig. 38.

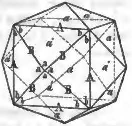


Fig. 39.

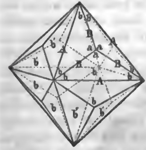
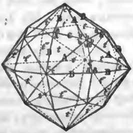


Fig. 40.



In der WERNERischen Methode wurden Flächensysteme mit dem Beisatz: „mit gebrochenen Flächen," z. B. Würfel mit gebrochenen Flächen, Fig. 38; Oktaeder mit gebrochenen Flächen, Fig. 39; Oktaeder mit zweimal gebrochenen Flächen, Fig. 40, bezeichnet.

16. Kanten. Ecken.

Die Flächen der Krystallgestalten schneiden sich in geraden Linien, welche man Kanten nennt. Diese sind entweder gleichnamige oder ungleichnamige, je nachdem sie einander vollkommen gleich und ähnlich sind oder nicht. Die Neigung zweier sich in einer Kante schneidender Flächen, der Kantenwinkel wird auch die Grösse dieser Kante genannt. Die Kanten erhalten eigene Benennungen, nach den Gestalten, an welchen sie vorkommen, z. B. Hexaederkante, Oktaederkante, oder nach besondern Unterscheidungen, wie sie an den gehörigen Orten bei jeder Gestalt näher bezeichnet werden.

Wenigstens drei Kanten bilden eine Ecke, die Ecken werden nach der Anzahl der Flächen, welche sich darin schneiden, drei-, vier-, fünfflächige, nach der Beschaffenheit der ebenen Winkel dieser Flächen gleichwinkelige und ungleichwinkelige, endlich nach der Anzahl der Verschiedenheit der Kanten, einkantige, zweikantige u. s. w. Ecken genannt.

17. Schnitte.

Nebst den Krystallflächen, welche die Krystallgestalten begrenzen, wird es nothwendig gewisse Flächenfiguren in ihrer Lage im Inneren der Krystallformen zu betrachten, welche entstehen, wenn man sich die Gestalten durch eine Ebene durchschnitten denkt. Die Durchschnitte der Krystallflächen mit der Ebene geben die Figur des Schnittes.

Die Figur des Schnittes ist mehr oder weniger symmetrisch. In einigen derselben kann man durch Verbindung der Winkel, oder der Mittelpunkte der Seiten, oder überhaupt von symmetrisch liegenden Punkten vermittelst gerader Linien nur ungleichseitige Dreiecke verzeichnen, wie Fig. 41, diess sind die am wenigsten symmetrischen, welche nur denkbar sind. In anderen lässt sich ein gleichschenkliges Dreieck verzeichnen, dem kein anderes ähnlich ist. Fig. 42, Fig. 43. Diese Art hat eine Mittellinie, zu deren beiden Seiten Gleiches, aber verkehrt Aehnliches stattfindet.

Fig. 41.

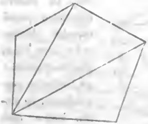


Fig. 42.

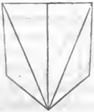
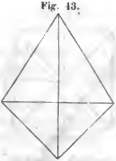
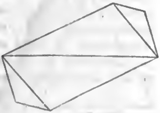


Fig. 43.



Ein gleichschenkliges Dreieck hat in jeder krystallographischen Beziehung gleichen Werth mit zwei anliegenden ungleichseitigen aber ähnlichen Dreiecken, welche den Unterschied von Rechts und Links oder verkehrt ähnlich zeigen.

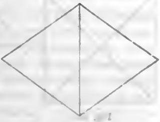
Fig. 44.



In manchen Schnitten ist das Resultat ein Rhomboides, bestehend aus zwei gleichen und ähnlichen ungleichseitigen Dreiecken durch eine Diagonale getrennt, wie in Fig. 44.

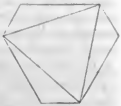
In gewissen Schnitten kann man zwei gleiche und ähnliche gleichschenkelige Dreiecke verzeichnen, wie Fig. 45. Sie haben wie die folgenden Arten einen **Mittelpunkt**.

Fig. 45.



Regelmässiger noch sind die Flächen, in welchen man symmetrisch gleichschenkelige Dreiecke verzeichnen kann. In diese kann man gleichseitige Dreiecke einschreiben, wie Fig. 46.

Fig. 46.



Eben so gibt es auch Flächen, in welchen sich zu gleicher Zeit vier verschiedene gleichschenkelige Dreiecke, auch Quadrate verzeichnen lassen, wie Fig. 47.

Fig. 47.

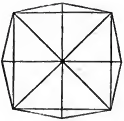
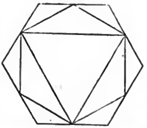
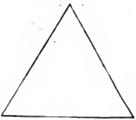


Fig. 48.



Endlich kann man in andern Schnitten regelmässige Sechsecke oder sechs gleichschenkelige Dreiecke verzeichnen; in diesen lassen sich begreiflich ebenfalls gleichseitige Dreiecke construiren, wie Fig. 48.

Fig. 49.



Wir ordnen die Schnitte nach der entgegengesetzten Folge, und nehmen als die erste Art diejenigen, in welchen gleichseitige Dreiecke verzeichnet werden können, oder welche das gleichseitige Dreieck Fig. 49 repräsentirt.

Fig. 50.

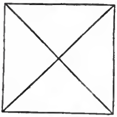
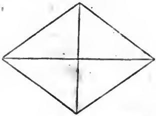


Fig. 51.



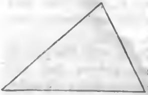
Die zweite Art repräsentirt das Quadrat Fig. 50.

Die dritte Art der Rhombus Fig. 51.

Fig. 52.



Fig. 53.



Die vierte Art das gleichschenklige Dreieck Fig. 52 gleichwerthig mit dem Rhomboides aus zwei ähnlichen ungleichseitigen Dreiecken.

Die fünfte Art das ungleichseitige Dreieck Fig. 53.

18. Axen.

Axen sind Linien, welche durch den Mittelpunkt der Körper gehen, und gegen die Schnitte eine möglichst regelmässige und gleichförmige Lage besitzen.

Wir unterscheiden folgende, und benennen sie in der Mohsischen Methode mit eigenen Ausdrücken, welche von ihrem Erscheinen in gewissen einfachen Gestalten hergenommen sind.

1. Die rhomboedrischen Axen.

Sie stehen senkrecht in ihrem Mittelpunkte gegen die Schnitte der ersten Art, in welchen gleichseitige Dreiecke verzeichnet werden können, und welche übereinstimmend mit der Benennung der Axen, rhomboedrische Schnitte genannt werden. Mohs hat diesen Namen von dem Umstande hergenommen, dass das Rhomboeder und alle damit in Verbindung vorkommenden Körper eine dergleichen rhomboedrische Axe als Hauptaxe enthalten.

2. Die pyramidalen Axen.

Sie stehen senkrecht in ihrem Mittelpunkte gegen die Schnitte der zweiten Art, in welchen Quadrate verzeichnet werden können, und welche übereinstimmend mit der Benennung der Axen pyramidale Schnitte genannt werden. Diesen Namen leitete Mohs von dem Umstand ab, dass die gleichschenklige vierseitige Pyramide und alle damit vorkommenden Körper eine dergleichen pyramidale Axe als Hauptaxe enthalten.

Es gibt Körper, durch deren Mittelpunkte pyramidale Schnitte geführt werden können, aber diess gelingt nicht in andern Lagen, parallel demselben Querschnitt, welche nur die Symmetrie der dritten Art zeigen. Aber je zwei Schnitte gegen beide Endpunkte der Axen zu, in den beiden Hälften des Körpers liegend, ergänzen sich zur Symmetrie pyramidaler Schnitte. Wir nennen die zugehörigen Axen dieses Umstandes wegen hemipyramidale Axen.

3. Die prismatischen Axen.

Sie stehen senkrecht in ihrem Mittelpunkte gegen die Schnitte dritter Art, in welche Rhomben verzeichnet werden können, und welche in Uebereinstimmung mit der Benennung der Axen prismatische Schnitte genannt werden. Mit einem geringeren Grad der Symmetrie, als die beiden vorhergehenden, finden sie sich an den Orthotypen, oder ungleichschenkligen vierseitigen Pyramiden, und erhielten von MOHS ihre Benennung wegen der grossen Menge vertikaler und horizontaler Prismen, welche mit jener Gestalt in Verbindung stehen. Es finden sich ihrer je drei senkrecht auf einander stehend in jedem Orthotype. Eine derselben wird als Hauptaxe bestimmt, um die fernere Betrachtung zu erleichtern, insbesondere nach den Analogien der pyramidalen Axen.

Aehnlich den hemipyramidalen Axen treffen wir auch hemiprismatische, das ist solche, welche in ihrem eigenen Mittelpunkte senkrecht auf einem prismatischen Schnitte in dessen Mittelpunkte stehen. Aber nur von beiden Hälften zusammengenommen geben die gleichweit entfernten Schnitte die prismatische Symmetrie, das ist Figuren, in welchen Rhomben und Rechtecke verzeichnet werden können.

4. Die augitischen Axen.

Senkrecht auf den Schnitten der vierten Art lässt sich die Lage keiner einzelnen Linie angeben, welche vorzugsweise als Axe anzusehen wäre. Innerhalb einer Ebene, die senkrecht auf jenem Schnitte steht, besitzt jede willkührlich gezogene Linie gleiche Grade der Symmetrie. Nach gewissen krystallographischen Analogien mit den Orthotypen wird jedoch auch hier eine von diesen Linien, welche durch den Mittelpunkt des Körpers geht, als Hauptaxe gewählt. Indem man diese Axe den vorkommenden Prismenflächen parallel bestimmt, nehmen diejenigen Schnitte, in welchen sich doch noch am meisten Symmetrie entdecken lässt, eine gegen diese Axe geneigte Lage an. Es lassen sich darin Rhomben verzeichnen, aber nur eine gegen dieselbe geneigte Linie verbindet die Mittelpunkte. Die Axe

steht schief gegen die Schnitte, liegt aber in einer Ebene, welche senkrecht durch dieselben und eine der Diagonalen geht. Der Winkel, welchen die Axe mit einer Linie einschliesst, welche senkrecht auf die Schnitte gezogen wird, ist die Abweichung der Axe. Diess sind die geneigten, oder augitischen Axen, von MOHS auch hemiprismatische genannt. Die Benennung augitische Axen ist von der bekannten Analogie des Augites entlehnt, wie denn auch WEISS sich längst des Ausdruckes augitartige Zuschärfung bedient hat. Augitische Schnitte geben gleichschenklige Dreiecke, in geneigten Richtungen Rhomben.

In den Körpern, deren grösster Grad der Symmetrie durch augitische Schnitte und Axen ausgedrückt wird, erscheint noch eine einzelne Linie, zu welcher die Schnitte rhomboidisch ausfallen, während sie selbst auf denselben in ihren Mittelpunkten senkrecht steht. Diess ist die augitische Queraxe. Alle übrigen augitischen Axen stehen senkrecht auf derselben.

5. Die anorthischen Axen.

Endlich muss man auch zur Erleichterung der Uebersicht in Formen, welche gar keinen der vorhergehenden Grade der Symmetrie in den Axen zeigen, selbst in diesen eine Linie, welche durch den Mittelpunkt des Körpers geht, als Hauptaxe annehmen. Sie wird am besten einer der Prismenkanten, welche vorkommen, parallel bestimmt. Die Benennung, unter welcher sie sich darbietet, ist die einer anorthischen Axe, um den Mangel irgend eines rechtwinkeligen Verhältnisses derselben auszudrücken. Die entsprechenden anorthischen Schnitte geben in der Verzeichnung ungleichseitige Dreiecke.

19. Aufrechte Stellung.

Um die Krystallformen mit der erforderlichen Klarheit betrachten zu können, bringt man sie zuvörderst in aufrechte Stellung. Diese tritt ein, sobald eine der Axen des Körpers sich in senkrechter Lage befindet. Unter den Axen von höheren Graden der Symmetrie ist dieses von selbst klar, bei den andern ist es die ausgewählte Hauptaxe, welche man senkrecht stellt.

Körper, die mehrere Axen von gleicher Beschaffenheit besitzen, haben auch mehrere aufrechte Stellungen. Die Stellung überhaupt ist etwas ausser dem Körper liegendes, denn er wird durch die Veränderung der Stellung nicht selbst verändert. Man bezieht die Lage einer Hauptaxe auf die aufrechte Stellung des Beobachters, und benennt die Theile des beobachteten Körpers, wie sie diesem gegenüber liegen, mit Oben, Unten, Rechts, Links, Diesseits und Jenseits.

Selbstständig im Raume als Körper gedacht haben mehrere Krystallographen, von RAUMER, NAUMANN, bei den Formen Pole als Endpunkte der Axen betrachtet, dazu einen Aequator. GRIFFIN nennt die Punkte analog der Stellung der Individuen auf der Erdoberfläche Zenith, Nadir, Nord, Süd, Ost, West.

20. EINFACHE GESTALTEN.

Mit den bis jetzt gegebenen Definitionen und Vorbereitungen wenden wir uns an die Aufgabe, die Mannigfaltigkeit der Natur in den regelmässigen Formen ihrer Krystalle in möglichster Deutlichkeit aufzufassen.

Fig. 54.

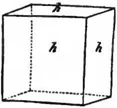
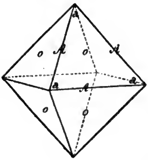
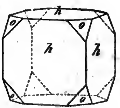


Fig. 55.



Wir bemerken zuerst Körper, deren Flächen einander alle gleich und ähnlich sind, andere welche zwei, drei und mehrere verschiedene Arten von Flächen zeigen. Die ersteren sind unmittelbar Gegenstände unserer Betrachtung, z. B. der von sechs Quadraten begrenzte Würfel Fig. 54, das von acht gleichseitigen Dreiecken begrenzte Oktaeder Fig. 55. Aber bei Körpern wie Fig. 56 müssen wir erst untersuchen, wohin die Vergrösserung gleichartiger Flächen bis zum gänzlichen Verschwinden der dazwischenliegenden führen wird. Sie sind nicht einfache, sondern zusammengesetzte Formen, die aus den einfachen bestehen. Sie lassen die einfachen durch den

Fig. 56.



Prozess der Zerlegung oder Entwickelung aus sich ableiten, der darin besteht, dass man nach einander die gleichartigen Flächen bis zum gänzlichen Umschluss des Raumes vergrössert. So werden zuerst in Fig. 56 die Flächen *h* vergrössert, bis sie den Raum vollständig umschliessen, und es entsteht der Würfel Fig. 54; oder es werden die Flächen *o* gleichfalls zum gänzlichen Umschlusse vergrössert, und es entsteht das Oktaeder Fig. 55. Dieser Mohsische Hauptgrundsatz auf sämmtliche in der Natur vorkommende Formen angewandt liefert das Einfache vollständig, bevor man zu dem Zusammengesetzten schreitet. Es ist auf diese Art möglich gewesen, viele und mannigfaltige Formen aufzufinden, die nun nach einander betrachtet werden sollen.

21. Eintheilung und Benennung der einfachen Gestalten.

Die einfachen Gestalten besitzen entweder mehrere Axen von dem höchsten oben beschriebenen Grade der Symmetrie, nämlich mehrere rhomboedrische und pyramidale Axen, oder sie besitzen nur eine derselben, oder es wird endlich als feste Vergleichungslinie in der Betrachtung derselben eine Hauptaxe angenommen. Die Formen zerfallen durch diese Betrachtung in **vielaxige** und **einaxige**.

Die Nomenklatur der einzelnen Gestalten ist noch keinesweges fest. Seitdem man angefangen hat, den Umfang derselben zu erforschen, und diess hat wohl erst Mohs durch die Auflösung der Kombinationen unternommenen, schlug beinahe jeder, der mit unabhängigen Forschungen beschäftigten Krystallographen eigene Namen vor. Mohs, Weiss, Bernhardi, v. Raumer, Breithaupt, Naumann haben die Nomenklatur der Krystallographie zum Theil mit vortrefflichen Namen bereichert; aber es scheint doch noch etwas zu fehlen, um vorzüglich den Gebrauch derselben zu erleichtern.

Die Namen von Mohs sind strenge nach dem geometrischen Prinzip der Aufzählung der Anzahl der Flächen gebildet. Sie werden dadurch im Gebrauche lang, und sind eigentlich Defini-

tionen. Mehrere Namen von WEISS substituiren die Multiplikation dem Numeriren, v. RAUMER gab die Namen deutsch.

Durch langjährigen Gebrauch, die älteren MOHSischen Benennungen gewohnt, schienen mir die von verschiedenen Krystallographen angewendeten auch nicht allen Anforderungen zu entsprechen. Ich habe also ein, wenn auch nicht ganz neues, doch keineswegs erschöpftes Prinzip versucht, um die Nomenklatur zu vereinfachen. In dem folgenden Schema sind die Formen nach dem Grad der Regelmässigkeit, wie er sich in den Axen ausspricht, der Anzahl der Flächen und dem Hauptumrisse geordnet.

I. Die vielaxigen Gestalten.

1. Mit pyramidalen Axen.

1. Der Würfel Fig. 57. 2. Das Oktaeder Fig. 58.
3. Das Granatoid Fig. 59.

Fig. 57.

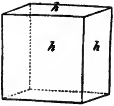


Fig. 58.

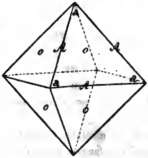
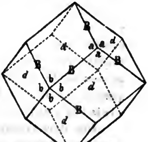


Fig. 59.



4. Die Fluoroide Fig. 60. 5. Die Galenoide Fig. 61.

Fig. 60.

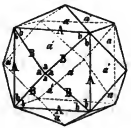
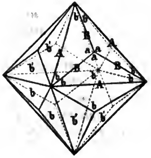


Fig. 61.



6. Die Leuzitoide Fig. 62.

7. Die Adamantoide Fig. 63.

Fig. 62.

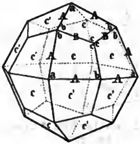
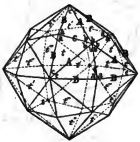


Fig. 63.



2. Mit hemipyramidalen Axen.

1. Die Tetraeder Fig. 64 und 65.

Fig. 64.

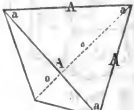
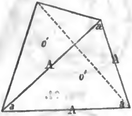


Fig. 65.



2. Die Kyproide Fig. 66 und 67.

Fig. 66.

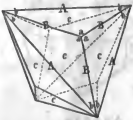
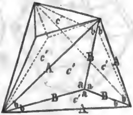


Fig. 67.



3. Die Deltoeder Fig. 68 und 69.

Fig. 68.

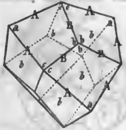


Fig. 69.

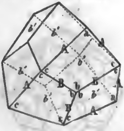


Fig. 70.

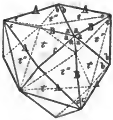
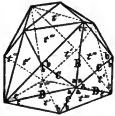


Fig. 71.



4. Die Borazitoide
Fig. 70 u. 71.

3. Mit prismatischen Axen.

Fig. 72.

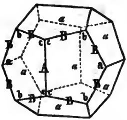
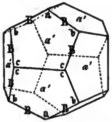


Fig. 73.



1. Die Pyritoide
Fig. 72 u. 73.

Fig. 74.

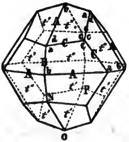
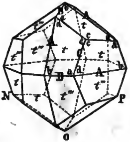


Fig. 75.



2. Die Diploide
Fig. 74 u. 75.

Anhang.

Theoretische in der Natur noch nicht beobachtete Gestalten.

Fig. 76.

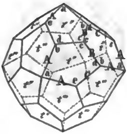
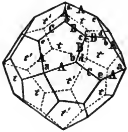


Fig. 77.



1. Die Gyroide
Fig. 76 u. 77.

2. Die Tetartoide Fig. 78, 79, 80 und 81.

Fig. 78.

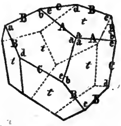


Fig. 79.

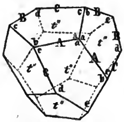


Fig. 80.

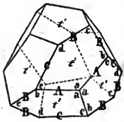
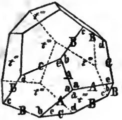


Fig. 81.



II. *Die einaxigen Gestalten.*

1. Mit absoluter Axensymmetrie.

1. Mit rhomboedrischer Axe.

a) Parallelflächig.

1. Die Rhomboeder Fig. 82. 2. Die Quarzoide Fig. 83.

Fig. 82.

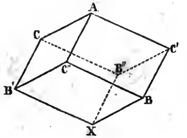
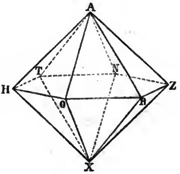


Fig. 83.



3. Die Skalenoeder Fig. 84. 4. Die Berylloide Fig. 85.

Fig. 84.

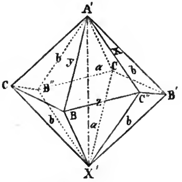
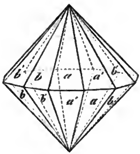


Fig. 85.



5. Die Base

Fig. 86.

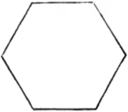
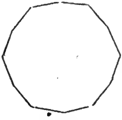


Fig. 87.



6. Die regelmässigen sechsseitigen Prismen. Querschnitt Fig. 86.

7 Die zwölfseitigen Prismen. Querschnitt Fig. 87.

b) Geneigtflächige.

1. Die Plagieder Fig. 88 und 89.

Fig. 88.

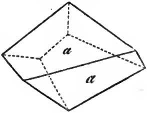
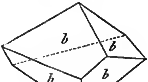


Fig. 89.



2. Die Diplagieder Fig. 90 und 91.

Fig. 90.

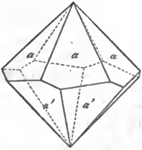
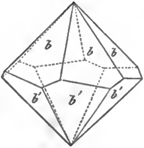


Fig. 91.



3. Die dreiseitigen Prismen. Querschnitt Fig. 92.

4. Die symmetrisch sechsseitigen Prismen. Querschnitt Fig. 93.

Fig. 92.

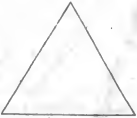
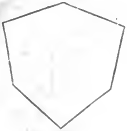


Fig. 93.

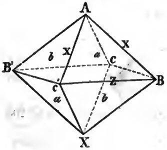


2. Mit pyramidalen Axen.

a) Parallelflächige.

1. Die Pyramiden Fig. 94.

Fig. 94.



2. Die Zirkonoide Fig. 95.

Fig. 95.

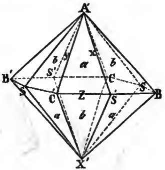


Fig. 96.

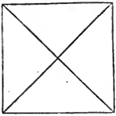
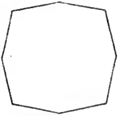


Fig. 97.



4. Die quadratischen Prismen. Querschnitt Fig. 96.

5. Die achtseitigen Prismen. Querschnitt Fig. 97.

b) Geneigtflächige.

Fig. 98.

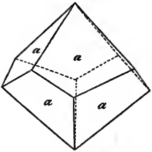
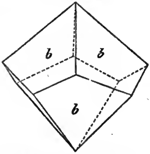


Fig. 99.



1. Die Trapezoeder Fig. 98 u. 99.

3. Mit hemipyramidalen Axen.

Fig. 100.

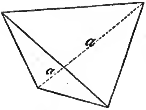
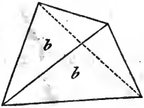


Fig. 101.



1. Die Sphenoide Fig. 100 und 101.

Fig. 102.

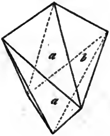
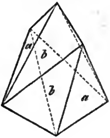


Fig. 103.



2. Die Disphene Fig. 102 und 103.

2. Mit relativer Axensymmetrie.

1. Mit prismatischen Axen.

1. Die Orthotype Fig. 104.

Fig. 104.

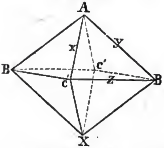


Fig. 105.

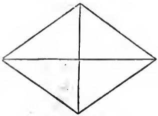
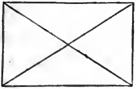


Fig. 106.



2. Prismen und Domen. Querschnitt Fig. 105.

3. Base und Diagonalen. Querschnitt Fig. 106.

2. Mit hemiprismatischen Axen.

1. Die Tartaroide Fig. 107 und 108.

Fig. 107.

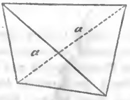
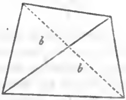


Fig. 108.



3. Mit augitischen Axen.

1. Die Augitoide Fig. 109.

2. Die Domen und Prismen. Querschnitt Fig. 110.

Fig. 109.

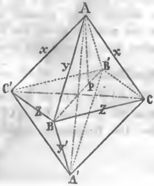
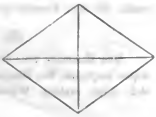


Fig. 110.



3. Basen, Hemidomen und Diagonalen. Querschnitt Fig. 111 und 112.

Fig. 111.

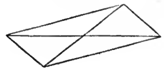
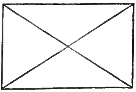
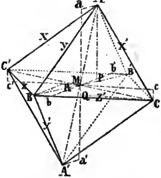


Fig. 112.



5. Mit anorthischen Axen.

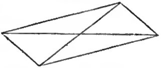
Fig. 113.



1. Die Anorthoide Fig. 113.

2. Die Basen, Hemidomen, Hemiprismen und Diagonalen. Querschnitt Fig. 114.

Fig. 114.



Diese Namen werden noch bei jedem einzelnen Körper erläutert, so wie auch eine Anzahl von Definitionen, welche mehr allgemein gehalten in den Werken von Mohs und andern Krystallographen der Betrachtung der einzelnen Gestalten vorausgehen. Bei dem stufenweisen Gang in einer Reihe von Vorträgen ist hier nur das unumgänglich Nothwendige vorausgeschickt, und die Entwickelung allgemeiner Betrachtungen bis dahin verschoben, wo die einzelnen Körper selbst genauer untersucht werden. Dahin gehören auch die wenigen Sätze aus der Mathematik, die dem Krystallographen stets gegenwärtig seyn müssen.

22. Das Hexaeder.

Das Hexaeder oder der Würfel Fig. 115 ist von sechs Quadraten begrenzt. Die Diagonalen der Quadrate Fig. 116 schneiden sich unter rechten Winkeln. Die Diagonalen bilden mit den

Seiten Winkel von 45°.

Man sucht das Verhältniss der Kante des Würfels zu der Diagonale der Fläche.

Fig. 115.

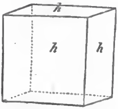
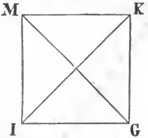


Fig. 116.

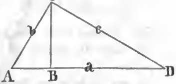


Um diese und ähnliche Fragen zu beantworten, sind einige mathematische Lehrsätze nothwendig. Wir deuten sie hier mit wenigen Worten an:

1. Das Quadrat der Hypotenuse ist gleich der Summe der Quadrate der beiden Katheten.

In dem rechtwinkligen Dreieck Fig. 117 ist a die Hypotenuse, b die kleine, c die grosse Kathete.

Fig. 117.



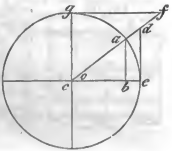
In den ähnlichen Dreiecken ADC und CDB gilt das Verhältniss $a:c = c:BD$ oder $a.BD = c^2$.

In den ähnlichen Dreiecken ADC und ACB gilt das Verhältniss $a:b = b:AB$ oder $a.AB = b^2$.

Die Addition der Gleichungen gibt $a\,(BA + DB) = b^2 + c^2$, und da $BD + AB = a$ ist, so folgt $a^2 = b^2 + c^2$.

2. Die trigonometrischen Funktionen, deren man sich in der Krystallographie zu Winkelberechnungen bedient, sind in Fig. 118 in rechtwinkligen Dreiecken vereinigt dargestellt.

Fig. 118.



Mit Beziehung auf den Winkel o für den Radius ac, ist ed die Tangente, cb der Cosinus, oder für den Radius $ac = 1$, $ed = \tang o$, $cb = \cos o$.

Die andern Funktionen, Sinus, Sinusversus, Cotangente, Sekante, Cosekante, oder ab = sin o, be = sin vers o, fg = cotg o, cd = sec o, cf = cosec o, kommen, den ersten etwa noch ausgenommen nur wenig in Anwendung.

3. Die Abkürzung der Rechnungen durch den Gebrauch der Logarithmen beruht darauf, dass man jede Multiplikation und jede Division in einfache Additionen und Subtraktionen verwandelt.

Man nennt 10 die erste Potenz dieser Zahl, und schreibt sie 10^1, 100 die zweite Potenz von zehn oder 10×10, und schreibt sie 10^2, 1000 die dritte Potenz von zehn, oder $10 \times 10 \times 10$, und schreibt sie 10^3. Nun ist $10^1 \times 10^2$ oder 10 multiplizirt mit 100, oder zehn in der Potenz 1 multiplizirt mit zehn in der Potenz 2 gleich 1000, oder zehn in der Potenz 3. Man braucht zu diesem Resultate nur die Exponenten 1 und 2 zu addiren, oder zu schreiben $10^{1+2} = 10^3$. Das Gleiche gilt bei der Division, so ist $\frac{10^3}{10^2} = 10^{3-2} = 10^1$, wo man nur die Exponenten von einander abziehen darf. Die Logarithmen aber sind die Exponenten der Zahl 10, welche zu den in den Tafeln enthaltenen Zahlen gehören.

Es sey die Seite der Hexaederfläche, oder die Kante des Hexaeders $MK = a$, Fig. 116, so ist $MG^2 = MK^2 + KG^2$, oder $MG^2 = a^2 + a^2 = 2a^2$ das Verhältniss der Quadrate beider Linien, der Diagonale MG^2 und der Seite MK^2 ist also das von $2a^2 : a^2$ oder von $2 : 1$; das Verhältniss der Wurzeln oder der Linien selbst also das von $\sqrt{2} : 1$.

Das Hexaeder hat 12 Kanten, und 8 gleiche dreiflächige Ecken. Die ebenen Winkel der Flächen sowohl als die Kanten sind rechte, das heisst = 90°. Das Hexaeder besitzt drei pyramidale Axen AB, CD und EF Fig. 119. Sie gehen durch den Mittelpunkt der quadratischen Flächen, und stehen auf einander senkrecht. Das Hexaeder steht aufrecht, wenn eine seiner pyramidalen Axen senkrecht ist. Diese wird als Hauptaxe betrachtet. Es hat

Fig. 119.

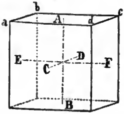
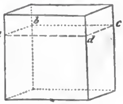


Fig. 120.



dann 8 horizontale und 4 vertikale Kanten, 2 horizontale und 4 vertikale Flächen. Die Schnitte senkrecht auf die pyramidale Axe sind sämmtlich Quadrate wie *abcd* Fig. 120.

Das Hexaeder hat 4 rhomboedrische Axen, *GH*, *IF*, *KL* und *MN* Fig. 121. Sie verbinden die entgegengesetzten Ecken. Die Winkel, welche sie mit einander einschliessen, lassen sich aus der Fig. 122 ableiten. Es ist nämlich in dem rechtwinkligen Dreiecke *MGN*, die grosse Kathete $MG = \sqrt{2}$, die kleine Kathete $NG = 1$, wie oben. *MN* wird daher gleich $\sqrt{(2+1)}$, das ist $= \sqrt{3}$. Das Verhältniss der Seiten *A*, der Diagonalen der Flächen *B* und der Diagonalen der Hauptschnitte *C* oder der pyramidalen, prismatischen und rhomboedrischen Axen ist das von $1 : \sqrt{2} : \sqrt{3}$.

Fig. 121.

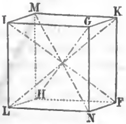
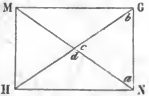


Fig. 122.



Nun ist aber in der trigonometrischen Betrachtung

$$MG = NG \,.\, \text{tang}\, a \text{ oder tang}\, MNG = \frac{MG}{NG} = \sqrt{2}.$$

In der logarithmischen Behandlung

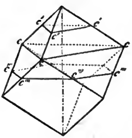
$$\log \text{tang}\, MNG = \log \sqrt{2} = 0.15051$$
$$MNG = 54^\circ 44' 8''.$$

Der Winkel *a* ist dem Winkel *b* gleich, die Summe beider also gleich $109^\circ 28' 16''$, das Supplement derselben zu 180°, also der Winkel $c = 70^\circ 31' 44''$. Dessen Nebenwinkel *d* ist natürlich $= 109^\circ 28' 16''$.

Die rhomboedrischen Axen des Hexaeders schneiden sich also unter Winkeln von $109^\circ 28' 16''$ und $70^\circ 31' 44''$.

Da wir einen Schnitt durch zwei beliebige rhomboedrische Axen geführt haben, so ist dieses Verhältniss ein gänzlich allgemeines.

Fig. 123.



Das Hexaeder steht aufrecht, wenn eine seiner rhomboedrischen Axen senkrecht ist, Fig. 123. Die Flächen sind alle gegen die Axen gleich geneigt. Sechs Kanten stossen, je drei in der Axe zusammen, sechs andere liegen im Zickzack, gleichweit von der Axe entfernt, an den Seiten des Körpers. Drei Diagonalen der Flächen werden horizontal, drei derselben sind gegen die Axe geneigt. Schnitte, senkrecht auf die rhomboedrische Axe sind gleichseitige Dreiecke, so lange sie nur die Axenkanten treffen. Das grösste geht durch die Ecken C. Wenn die Schnitte die Seitenkanten treffen, so werden sie gleichwinklige Sechsecke. Der Schnitt durch den Mittelpunkt C''', der Querschnitt, ist ein regelmässiges Sechseck.

Ein jeder der Schnitte, wie $ACBC^{IV}$ Fig. 124, durch die Axe, Axenkante, und eine Diagonale ist ein Hauptschnitt des Hexaeders.

Fig. 124.

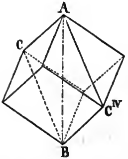
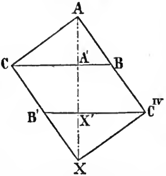


Fig. 125.



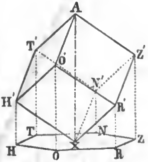
In dem Hauptschnitt Fig. 125 schliesst die Axenkante mit der Axe einen Winkel b von 54° 44′ 8″ die Diagonale mit der Axe einen Winkel e von 35° 15′ 51″ ein.

Die Schnitte senkrecht auf die Axe durch die Seitenecken theilen die Axe in drei gleiche Theile, der Theil AA' nämlich, welcher der halben Diagonale AB entspricht, muss dem Theil $A'X'$ gleich seyn, welcher der andern halben Diagonale BC^{IV} entspricht, und da diese der gegenüberliegenden halben Diagonale CB' entspricht, so muss auch wieder dieser Theil $A'X'$

gleich seyn dem $X'X$, welcher der anderen halben Diagonale $g'X$ entspricht.

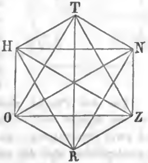
Die drei Hauptschnitte eines jeden Hexaeders schliessen untereinander in der Axe Winkel von 60° und 120° ein. Diess folgt unmittelbar aus der Betrachtung, dass es drei Ebenen sind, die gleiche Winkel unter einander einschliessen. Da der ganze Kreis in 360° eingetheilt ist, so kommt auf jedes gleiche Drittheil 120°, auf jedes gleiche Sechstheil 60°.

Fig. 126.



Man stelle ein Hexaeder aufrecht wie bisher, Fig. 126, fälle auf eine horizontale Ebene Perpendikel aus den Ecken, und verbinde die solchergestalt bestimmten Punkte durch gerade Linien. Die Figur $HORZNT$ wird ein regelmässiges Sechseck seyn. Man nennt diess die horizontale Projektion des Körpers. Jede Seite ist die Projektion einer Seitenkante. Die Projektionen der Axenkanten und der Diagonalen erscheinen in den Diagonalen des Sechseckes Fig. 127. Die gleichseitigen Dreiecke HRN, OZT sind die Projektionen der horizontalen Diagonalen. Man kann in die horizontale Projektion gleichseitige Dreiecke einschreiben. Sie theilt also den rhomboedrischen Charakter der Schnitte, denen sie parallel ist.

Fig. 127.



Da die horizontale Projektion ein regelmässiges Sechseck ist, so ist $ON = 2HO$, daher $HN = \sqrt{(NO^2 - HO^2)} = \sqrt{(4HO^2) - HO^2} = HO.\sqrt{3}$. Die Seite der horizontalen Projektion D verhält sich zur Diagonale der Würfelflächen $B = 1 : \sqrt{3}$. Im Vorhergehenden fanden wir die Verhältnisse der Seiten, Diagonalen der Flächen und Diagonalen des Hauptschnittes oder der pyramidalen, prismatischen und rhomboedrischen Axen $A : B : C = 1 : \sqrt{2} : \sqrt{3}$.

Auf gleiche Benennung gebracht, für die Kante des Würfels $= 1$ wird das Verhältniss

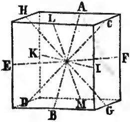
$$A:B:C:D = 1:\sqrt{2}:\sqrt{3}:\tfrac{1}{3}\sqrt{6}$$

für die Seite der horizontalen Projekzion $= 1$

$$A:B:C:D = \tfrac{1}{2}\sqrt{6}:\sqrt{3}:\tfrac{3}{2}\sqrt{2}:1.$$

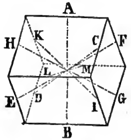
Das Hexaeder hat **sechs prismatische Axen**. Sie gehen durch die Mittelpunkte gegenüberliegender paralleler Kanten AB, CD, EF, GH, IK, LM, Fig. 128. Diejenigen, welche durch die Mittelpunkte paralleler Kanten gehen, z. B. AB und LM, stehen senkrecht auf einander, diejenigen, welche durch benachbarte Kanten gehen, z. B. AB und CD, schliessen Winkel von 120° und 60° mit einander ein.

Fig. 128.



Es kann für krystallographische Untersuchungen nützlich seyn, das Hexaeder, wie in Fig. 129, auf einer prismatischen Axe AB aufrecht zu stellen, obgleich die Symmetrie in der Richtung der pyramidalen und der rhomboedrischen Axe viel grösser ist. Dann wird eine andere prismatische Axe LM horizontal, und vier derselben CD, EF, GH und IK gleich geneigt.

Fig. 129.



Von den Flächen sind vier geneigt, und zwei vertikal. Von den Kanten vier horizontal, und zwar zwei Axenkanten, und zwei Seitenkanten, und acht geneigt. Die Diagonalen der Hexaederflächen sind den prismatischen Axen parallel.

Die horizontale Projektion des Hexaeders in dieser Stellung ist ein Rechteck $PQNO$, Fig. 130, ähnlich dem Querschnitte $RSTU$, mit dem Verhältniss der Seiten $= \sqrt{2}:1$. Man kann in dieselbe Rhomben einschreiben. Sie theilt also den Charakter der Schnitte, mit welchen sie parallel ist.

Fig. 130.

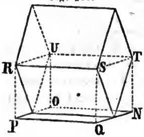
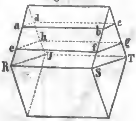


Fig. 131.



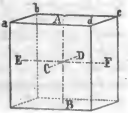
Die Schnitte senkrecht auf die Axen sind Rechtecke *abcd*, *efgh*, Fig. 131. Von der Kante an wächst die kleinere Seite bis ein Punkt erreicht wird, in welchem beide Seiten gleich sind, dann verwechseln sie die Länge. Der Querschnitt ist ein Rechteck von dem Seitenverhältniss von $\sqrt{2} : 1$.

Das Hexaeder hat im Ganzen dreizehn Axen, drei pyramidale, vier rhomboedrische, sechs prismatische. Es ist ein regelmässiger Körper der Geometrie, indem seine Ecken sämmtlich in der Oberfläche einer einzigen Kugel liegen. Es ist nach der Zahl seiner Flächen benannt und heisst auch Würfel, nach Breithaupt und andern auch wohl Sechsflächner.

Anleitung zum Zeichnen des Würfels.

Wir geben an dem gegenwärtigen Orte die Grundlehren zur Darstellung des Würfels, als der Basis aller Krystallzeichnungen, und damit ein sicheres Mittel, um sich die Gestalt mit allen ihren Verhältnissen recht eigen zu machen.

Fig. 132.



Das beabsichtigte Resultat ist die Zeichnung Fig. 132; der Würfel dergestalt vorgestellt, dass bei vertikaler, pyramidaler Hauptaxe die vier vertikalen Kanten und die Axe *AB* in gleichen Distanzen von einander erscheinen. Die obere Fläche *abcd* ist einerlei mit der in Fig. 133 ebenso bezeichneten Fläche; die wirkliche Grösse und Gestalt dieser Fläche ist das in der Figur enthaltene Quadrat $a'bc'd'$; denn die perspektivische Darstellung *abcd* wird erhalten, indem man sich vorstellt, dass der Punkt d' bis nach d hinaufrückt. Da nun $d''d$ in der Zeichnung des Würfels

Fig. 133.

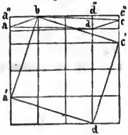


Fig. 134.

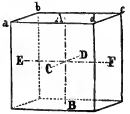


Fig. 135.

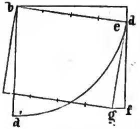


Fig. 136.

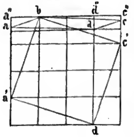
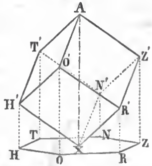


Fig. 134 gleich $\frac{1}{8}$ $d''d'$ angenommen ist, so muss auch $a''a = \frac{1}{8}$ $a''a'$ und $c''c = \frac{1}{8}$ $c''c'$ genommen werden, oder, was auf dasselbe hinausläuft, $a''a$ ist $= \frac{3}{4}$ $d''d$ und $c''c = \frac{1}{4}$ $d''d$, ebenso wie $a''a' = \frac{3}{4}$ $d''d'$ und $c''c' = \frac{1}{4}$ $d''d'$ ist.

Ist nun einmal d' bis d hinaufgerückt, und dadurch die Gestalt der Fläche *abcd* bestimmt, so bleibt noch die Länge zu bestimmen übrig, unter welcher die vertikalen Kanten dem Zeichner erscheinen. Dazu dient die Fig. 135, welche die Projektion der vorhergehenden Figur von der Seite darstellt. Die Linie *be* ist die Projektion der Fläche *abcd*; *bd'* die Projektion des Quadrates *a'b'c'd'*, dessen Punkt d' bis nach *e* bewegt werden muss, um dem Beobachter in *d* zu erscheinen. Die Länge *eg* ist so gross, wie die wirkliche Würfelkante, nämlich $= a'b$ in der Fig. 136. Ein Perpendikel *gf* von dem Endpunkt *g* gegen die Linie *df*, welche die Tafel vorstellt, auf der die Zeichnung vollendet werden soll, bestimmt die Länge *df* als scheinbare Grösse der entsprechenden geneigten Linie *eg*.

Die Länge *df* muss nun von allen vier Punkten *a*, *b*, *c*, *d* auf den Perpendikulärlinien hinabgetragen werden, um den Würfel Fig. 134 zu vollenden.

Fig. 137.



Eine zweite wichtige, von der vorhergehenden unabhängige Aufgabe ist die Darstellung des Würfels auf einer rhomboedrischen Axe aufrecht gestellt, wie die Fig. 137. Wir werden aber im Stande seyn, den Würfel in dieser Stellung in ein regelmässig sechsseitiges Prisma einzuzeichnen, wenn wir im Stande sind, ein solches Prisma zu entwerfen, dessen Seiten Quadrate sind.

Aehnlich dem Vorgange in Fig. 136 zeichnen wir die beiden Figuren 138 und 139, welche so gestellt sind, dass *PQRSIE* Fig. 138 das regelmässige Sechseck der Endfläche; *P'Q'R'S'I'E* Fig. 139 das in der Zeichnung erscheinende Sechseck darstellt.

Fig. 138.

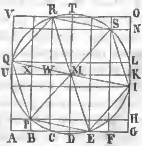
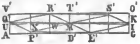


Fig. 139.



Die zwei Figuren sind der grösseren Deutlichkeit wegen getrennt, um nicht zu viele Linien mit einander zu verwirren. Der Punkt *R'* fällt auf den Punkt *R*. Die Linie *V'A'* ist $= \frac{1}{3}$ *VA*, also auch jede der anderen Linienabschnitte zur Bestimmung der Punkte *P'Q'S'I'* verhältnissmässig verkürzt.

Zur Bestimmung der scheinbaren Länge der Kanten *AA'*, Fig. 140, bei dem regelmässigen sechsseitigen Prisma, dessen Seitenflächen Quadrate sind, dient Fig. 141. Die Linie *AC* darin ist = *VA* Fig. 138, *CE* = *PE* Fig. 138;

Fig. 140.

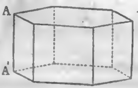
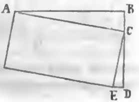
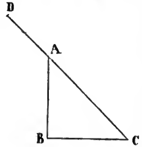


Fig. 141.



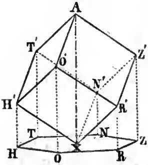
von E gegen D Fig. 141 wird ein Perpendikel gefällt, das die Länge CD bestimmt, welche von den Punkten $P'Q'R'S'T'E'$ perpendikulär aufgetragen das Prisma Fig. 140 vollendet.

Fig. 142.



Die Seite der horizontalen Projektion verhält sich aber zur rhomboedrischen Axe $= 1 : \frac{3}{2}\sqrt{2}$. Wir zeichnen daher ein rechtwinkliges gleichschenkliges Dreieck ABC, worin $CB = BA = AA'$, daher $AC = AA'\sqrt{2}$; und $AD = \frac{1}{2} AC$ genommen, gibt die Länge CD, das ist $\frac{3}{2}\sqrt{2}\, AA'$ für die gesuchte Axe des Würfels. Da nun diese Länge AX Fig. 143 gegeben ist, so sind auch ihre Drittel HH', RR', NN' und ihre Zweidrittel OO', ZZ', TT' bekannt, und daher die Zeichnung des Würfels leicht vollendet, durch Hinauftragen dieser Längen von den Winkelpunkten des Sechseckes und Verbinden der solchergestalt bestimmten Punkte durch gerade Linien.

Fig. 143.



Die dritte Zeichnungsaufgabe bei dem Würfel, so dass dieser Körper mit einer prismatischen Axe vertikal, wie Fig. 144 vorgestellt werde, folgt als Coroliar aus der pyramidalen Stellung desselben. Die Linie RS, Fig. 144, bleibt der IG Fig. 145 gleich; statt GK nimmt man $ST = GK\sqrt{2}$, und statt GN nimmt man $2RP = GN\sqrt{2}$, durch Verzeichnung in einem gleichschenkligen rechtwinkligen Dreieck, wie Fig. 142.

Fig. 144.

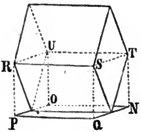
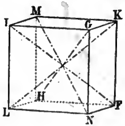
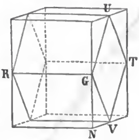


Fig 145.



Der Würfel findet sich so in ein rechteckiges Prisma eingeschrieben, dessen eine Seite $RG = IG = 1$ ist, die andern Seiten und die Axenlänge $= GK\sqrt{2}$ und $GN\sqrt{2}$.

Fig. 146.



Verzeichnet man in den Würfel die Axen desselben, so hat man die Zeichnung dieser für beliebige Stellungen und ist vollständig über die verschiedene Lage derselben orientirt.

Die Zeichnung des Würfels ist die Grundlage aller übrigen Darstellungen.

Man beobachtet eine gewisse Gleichförmigkeit, um Kanten an der Vorderseite und Rückseite, oder Linien auf den Flächen, oder im Innern der Formen gezogen zu unterscheiden. Die vordern, sichtbaren Kanten werden voll ausgezogen; die hintern punktirt, nur in Holzschnitten kurz gestrichelt; Linien auf Flächen werden gestrichelt, Linien im Innern, dergleichen die Axen sind, werden punktirt gestrichelt, wie AX in der jenseitigen Fig. 143.

Man bedient sich am besten eines weissen, glatten, starken Zeichenpapiers, eines harten flach geschärften Bleistiftes und zweier Dreieckilneale als Erleichterung des Ziehens von Parallellinien, deren genaue Darlegung auf das Sorgfältigste beobachtet werden muss.

Der Zirkel zur Bestimmung der Punkte, die Nadel zum Uebertragen auf anderes weisses Papier, Reissfeder, Tusche sind die übrigen Requisiten. Es ist nicht unvortheilhaft anstatt des Bleistiftes die Reissfeder mit dünner wässriger Tusche anzuwenden.

Modelliren des Würfels.

Nichts ist einfacher, als die Vollendung eines Würfels auf des Tischlers Hobelbank. Ein Stück Bret wird zu beiden Seiten mit parallelen Flächen glatt gehobelt; senkrecht auf die Flächen der Länge nach rechtwinklig bestossen, mit dem Streichmass die Dicke des Bretes als Breite aufgetragen, abgeschnit-

ten, behobelt, und so ein Stab mit quadratischem Querschnitt erzeugt, von dem gleiche Abschnitte mit der Breite des Stabes als Länge genommen, Würfel sind. Birnbaum und Linde werden unter den Holzarten am meisten verarbeitet; letztere ist sehr weiss, erstere hat den Vortheil, dass man flachgedrückte Ecken durch Wasser wieder aufweichen kann.

Seit Mohs Vorlesungen ist Wien ein Hauptort für Fabrikation von Krystallmodellen überhaupt geworden. Mohs selbst unterrichtete Prüfer. Der Versuch, einige Formen zu erzeugen, kann als Mittel angerathen werden, um die genauesten Begriffe körperlicher Ausdehnung dem Geiste einzuprägen. Man macht Krystallmodelle von Gyps, der in Formen gegossen wird, wie die lehrreichen Suiten von Professor Zippe, von Steingut, Porzellan, die in Formen gegossen, oder gedrückt, und dann gebrannt werden; wohl die schönsten sind die von dem klarsten weissen Krystallglas, welche Batka in Prag schleifen liess.

Der Würfel ist eine sehr häufig in der Natur vorkommende Form. Das Steinsalz von Vizakna in Siebenbürgen, in der Sammlung der k. k. montanistischen Hofkammer bietet Würfel von 5 Zoll Seite. Auch der Fluss hat sehr grosse Krystalle dieser Form. Ein Krystall von Schwefelkies von Rézbánya, jedoch verwittert, in derselben Sammlung hat 3 Zoll Seite. Das Rothkupfererz, der Magneteisenstein aus dem Serpentin von Kraubat in Steiermark; das gediegene Silber von Kongsberg Krystalle von einem halben Zoll Seite, der Speiskobalt vom Schneeberg, der Kobaltglanz vom Tunaberg, der Bleiglanz von mehreren Orten, die Blende von Schönfeld in Böhmen sind Beispiele; kleinere Würfel zeigen Hornerz, Pharmakosiderit, Diamant, Borazit, Pyrop, Gold, Kupfer, Nickelglanz von Schladming in Steiermark, Buntkupfererz etc.

Reflexionsgonyometer.

Sobald man es mit wirklichen Krystallen zu thun hat, so ist selbst zur Bestimmung der Existenz eines Würfels, die möglichst genaue Messung der Winkel unerlässlich. Das Anlegegonyometer ist dazu nicht genügend, da es uns bei den kleinen gewöhnlich am besten ausgebildeten Krystallen in Bezug auf

die Möglichkeit der Anwendung im Stiche lässt. Dafür besitzen wir aber ein höchst schätzbares und praktisches Instrument, in dem von Wollaston erfundenen, und später durch Kupffer, Mitscherlich, Mohs, Baumgartner und Gambey, endlich durch Babinet mannigfaltig abgeänderten und verbesserten Reflexionsgonyometer. Sehr vieles von der vermehrten Genauigkeit, welche die heutige Mineralogie besitzt, verdankt sie der Anwendung dieser Vorrichtung in der Untersuchung der Produkte der Krystallisationskraft.

Das Prinzip der Anwendung beruht auf der Spiegelung der Krystallflächen. Das Instrument selbst Fig. 117 besteht wesentlich aus drei Stücken. Das erste derselben ist ein unbewegliches Gestell von zwei Säulen *d* und *e*, welches einen Nonius *c* trägt. Das zweite ist ein eingetheilter Kreis *ab*, der mit der Scheibe *k* aus einem Stück besteht, und um seine Axe beweglich ist; ein fester Punkt *n* auf der Platte *c*, welche den Nonius trägt, zeigt also jede Winkelbewegung der eingetheilten Kreisscheibe an den auf derselben angedeuteten Graden und Minuten an. Das dritte endlich ist die Axe *ff*, welche sich innerhalb des Stückes *ab* und *k* wie in einer Röhre ebenfalls um ihre Axe drehen lässt. Sie wird an der rechten Seite durch die Scheibe *i* in Bewegung gesetzt. Zur Linken trägt sie den erforderlichen Apparat, um den zu messenden Krystall *l* in der gehörigen Lage befestigen zu können. Die Scheibe *i* und der Apparat *l* können unabhängig von *ab* und *k* gedreht werden; aber wenn man die Scheibe *k* bewegt, so müssen *i* und *l* dieselbe Winkelbewegung machen.

Fig. 117.

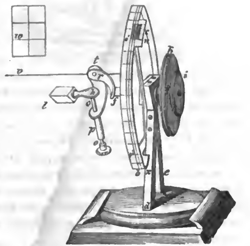
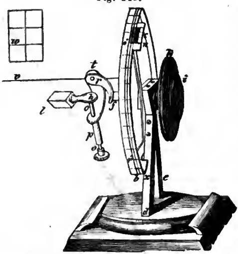


Fig. 148.



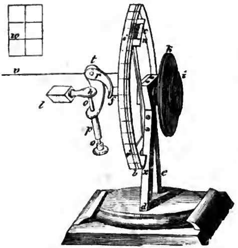
Wenn man eine ebene glänzende Fläche eines Krystalles nahe ans Auge unterhalb desselben bringt, so erhält man von derselben, wie von einem künstlichen Spiegel, das vollkommene Bild irgend eines gehörig gelegenen Körpers, z. B. der Querstäbe eines Fensters, dreht man nun den Krystall herum, bis eine andere Fläche desselben spiegelt, und dasselbe Bild an demselben Orte zeigt, so muss man mit dem Krystalle eine Winkelbewegung um eine horizontale Axe machen. Nun befestiget man aber den zu messenden Krystall in der Axe *ff*, und stellt ihn so, dass die Spiegelung von der ersten Fläche mit 0° oder mit 180° übereinstimmt. Wenn die Uebereinstimmung der Spiegelung von der anderen Fläche mit der von der ersten stattfindet, so weist der Nonius auf einen gewissen Winkel an der eingetheilten Kreisscheibe, welche die Grösse der Winkelbewegung andeutet. Diese selbst ist natürlich das Supplement des zu messenden Winkels zu 180°, daher auch der Rand des Instrumentes von unten hinauf eingetheilt.

Damit man aber auf diese Art die Neigung zweier Flächen gegeneinander messen könne, so ist es nothwendig, dass die Kante, welche ihr Durchschnitt hervorbringt, der Axe des Instrumentes vollkommen parallel, und derselben auch so nahe als möglich sey. Zu diesem Ende stellt man das Instrument dergestalt auf, dass die Axe desselben einer bestimmten horizontalen Linie, z. B. einem Fensterquerstab *w* parallel sey, der des dabei stattfindenden Kontrastes von Licht und Schatten wegen um so anwendbarer ist. Er ist auch zugleich der von den Krystallflächen reflektirte Gegenstand; der zur Linken der Axe *ff* ange-

brachte Apparat dient zur leichteren Horizontalstellung des Krystalles. Man befestigt denselben nämlich mit Wachs an dem Ende *k* eines Stiftes *o*, der sich in der Röhre *p* bewegt, entweder unmittelbar, oder an einer viereckigen Platte, die der Stift in einem Einschnitte trägt. Der Stift *o* ist rund, und dreht sich daher auch um seine Axe. Bei *t* erhält man noch eine Winkelbewegung, da sich derjenige Theil, welcher den Stift *o* enthält, ebenfalls um eine Axe dreht, welches der kleine Stift *r* ist. Durch diese drei senkrecht aufeinander stehenden Bewegungen wird es möglich, die gegebene Kante der Axe des Instrumentes vollkommen parallel zu machen.

Man verfährt nun so: ein Krystall, zum Beispiel eines der stumpfen Rhomboeder vom Kalkspath wird mit Wachs befestigt, so wie die Figur zeigt. Unter dem Fenster zieht man an der Wand eine Linie *v*, die den Fensterquerstäben parallel und also horizontal ist. Je weiter diese Linie und der sich spiegelnde Gegenstand von dem Instrumente entfernt sind, ohne der Deutlichkeit der Beobachtung Eintrag zu thun, desto genauer wird das Resultat der Messung. Der First eines gegenüber stehenden entfernten Daches oder irgend eine andere Horizontallinie auf einem Gebäude können mit Vortheil zu diesem Zwecke benützt werden, doch muss man in diesem Fall durch ein Fernrohr mit einem Fadenkreuz das Gesicht schärfen. Wenn man das Auge einer der spiegelnden Flächen ganz nahe bringt, so ist es wahrscheinlich, dass das Bild des Fensterstabes nicht ganz genau auf die schwarze Linie *v* fällt. Dieses zu bewerkstelligen dient der Apparat zwischen *l* und *f*. Es muss erst mit einer, dann mit der andern der zu messenden Flächen geschehen, wobei man sie immer wieder abwechselnd mit einander vergleicht. Durch Uebung wird man sich bald in den Stand gesetzt finden, es mit Leichtigkeit zu thun. Der in *l* befestigte Krystall wird nun vermittelst der Scheibe *i* mit der oberen Seite gegen das Auge des Beobachters zu, so lange gedreht, bis das Bild eines der Fensterstäbe genau auf die schwarze Linie *v* fällt, während der Nonius auf 0° oder 180° steht. Innerhalb der in Graden getheilten Scheibe ist bei *x* eine Vorrichtung angebracht, um die Scheibe auf diesen Punkten aufzuhalten, wenn man sie gegen den Beobachter zu dreht.

Fig. 149.



Wenn das Bild auf die Linie fällt, so dreht man nun mit der Scheibe *k* das Ganze ausser dem Nonius um die Axe herum, bis das von der zweiten Fläche zurückgeworfene Bild ebenfalls genau auf die schwarze Linie fällt.

Das Einzige was noch zu thun übrig ist, besteht darin, die Anzahl der mit dem Nonius abgeschnittenen Grade und Minuten abzulesen. In dem als Beispiel gewählten Kalkspathkrystalle steht der Nullpunkt des Nonius etwas über 105°. Ferner findet man, dass der mit 5 bezeichneten Linie des Nonius genau eine Linie des eingetheilten Kreises gegenüber steht, und sagt daher, dass der gemessene Winkel gleich 105° 5′ sey.

Auf diese Weise erhält man zuweilen Messungen von dem Winkel, den zwei Flächen mit einander hervorbringen, die nicht mit einander übereinstimmen. Eine der Ursachen der Fehler ist die Excentrizität der zu messenden Kante, welche besonders dann wichtig wird, wenn der sich spiegelnde Gegenstand und die schwarze Linie *v* nahe am Auge des Beobachters liegen. Eine andere ist die bedeutende Grösse des zu messenden Krystalls, weil dann durch die Beugung der Lichtstrahlen die schwarze Linie nicht in ihrer wahren Lage erscheint. Noch eine andere und wohl die wichtigste ist die unvollkommene Ausbildung der Krystallflächen selbst, wie oben bemerkt worden ist. Manche dieser Fehler können vermieden werden, wenn man dem zu messenden Krystall die Gestalt eines Prismas geben kann, dessen Querschnitt ein Rhombus ist. Die entgegenstehenden Winkel desselben müssen einander gleich seyn, und alle zusammen vier rechte Winkel, oder 360° ausmachen.

Der Apparat bei *t* ist indessen bei wirklichen Messungen oft keineswegs vortheilhaft. Gehen die Spindeln in den Büchsen strenge, so kann man nicht so leicht einstellen, gehen sie willig, so sinkt auch wohl der ganze Arm während der Beobachtung, und macht sie unbrauchbar; daher wird wohl auch die Axe des Instrumentes einfach durch ein Stückchen Wachs verlängert, an welches die Krystalle gekiebt werden.

MITSCHERLICH hat die Verschiebung zweckmässig durch Schrauben bewerkstelligt. Auch ist dann, so wie auch bei KUPFFER, ein Fernrohr mit Fadenkreuz zur Beobachtung aufgestellt.

Ganz unabhängig von der Aufstellung ist BABINETS Gonyometer mit zwei Fernröhren mit Fadenkreuz Fig. 150, aus BEUDANTS *Cours élémentaire* entlehnt. Eines der Fernröhre ist fest, das andere beweglich. Nur eine Vorrichtung zum genauen Einstellen der zu messenden Krystalle ist noch erforderlich, und eine feste Stellung anstatt des Haltens in der Hand vortheilhaft.

Fig. 150.



Man misst dabei mit zwei Fadenkreuzen, der Kreis ist horizontal, wie dies auch bei der von MOHS vorgeschlagenen Modifikation der Fall ist. Diese Stellung ist bei Messungen mit der Lichtflamme sehr vortheilhaft, da man die feinste Linie der Spitze der Lichtflamme benützen kann.

Uebrigens ist aber, selbst wenn Instrumente nicht ganz vollkommen sind, doch wirkliche Anwendung derselben, fleissige Beschäftigung mit dem Messen anzurathen, und viel nützlicher für denjenigen, der sich damit befasst, und für die Wissenschaft selbst, als das Aufbewahren allein, in physikalischen Kabineten, von Instrumenten, seyen sie auch noch so vollendet.

23. DAS OKTAEDER.

Syn. Reguläre vierseitige Doppelpyramide. Reguläres Oktaeder. Achtflach, BERNHARDI. Achtflächner, BREITHAUPT.

Das Oktaeder Fig. 151 ist von acht gleichseitigen Dreiecken begränzt.

Es hat zwölf Kanten und sechs gleiche vierflächige Ecken.

Die ebenen Winkel der Flächen sind gleich 60°.

Das Oktaeder besitzt drei pyramidale Axen, *AB*, *CD* und *EF*, Fig. 152. Sie gehen durch die entgegengesetzten Ecken und ste-

Fig. 151.

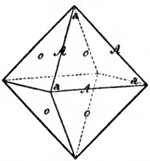
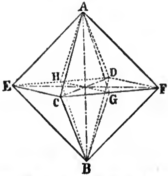


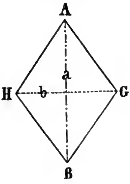
Fig. 152.



hen auf einander senkrecht. Die pyramidalen Axen stimmen gänzlich mit denen des Hexaeders überein. Das Oktaeder steht aufrecht, wenn eine seiner pyramidalen Axen senkrecht ist. Diese wird dann als Hauptaxe betrachtet. Das Oktaeder hat in dieser Stellung lauter gegen die Axe gleich geneigte Flächen, es hat acht geneigte Axenkanten, und vier horizontale Seitenkanten, zwei Spitzen und vier Ecken.

Man sucht den Winkel, welchen je zwei benachbarte Flächen des Oktaeders mit einander einschliessen. Der Schnitt, welcher das Maass des Kantenwinkels gibt, ist ein Rhombus, dessen Winkel sich berechnen lassen, wenn das Verhältniss seiner Diagonalen bekannt ist.

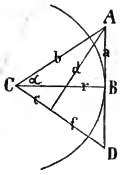
Fig. 153.



Es sey die Kante des Oktaeders $= 1$. Der Schnitt durch die Kanten ist ein Quadrat *ACBD* Fig. 152, also $AB = CD = \sqrt{2}$. Da aber $HG = 1$ Fig. 153, so verhalten sich die Diagonalen des Rhombus $AGBH = \sqrt{2} : 1$. Wir haben beim Würfel gesehen, dass dieses Verhältniss für den grösseren Winkel des Dreieckes 54° 41′ 8″ gibt. Der Kantenwinkel des Oktaeders gleich dem Doppelten davon ist also gleich 109° 28′ 16″.

Bei krystallographischen Rechnungen erhält man sehr oft wie hier den Ausdruck der Tangente des halben Winkels durch das Verhältniss der Diagonalen ausgedrückt. Es gibt aber eine Formel unmittelbar für den Cosinus des ganzen Winkels, nämlich: $\cos HAG = \frac{a^2 - b^2}{a^2 + b^2}$, welche sehr bequem ist, und die wir hier aus Fig. 154 ableiten.

Fig. 154.



Gesucht $\cos 2\,ACB$ oder $ACD = \frac{c}{b}$

durch Tangente $ACB = \frac{a}{r}$.

$$\text{Es ist } b^2 - c^2 = 4a^2 - f^2 = d^2$$
$$b^2 - c^2 = 4a^2 - (b - c)^2$$
$$a^2 + r^2 - c^2 = 4a^2 - b^2 + 2bc - c^2$$
$$r^2 = 3a^2 - b^2 + 2bc$$
$$bc = \frac{b^2 + r^2 - 3a^2}{2}$$
$$\frac{c}{b} = \frac{a^2 + r^2 + r^2 - 3a^2}{2b^2}$$
$$\frac{c}{b} = \frac{2r^2 - 2a^2}{2r^2 + 2a^2} \text{ oder } \cos 2\alpha = \frac{1 - \tang^2 \alpha}{1 + \tang^2 \alpha}.$$

Die Tangente des halben Winkels ist aber $\frac{b}{a}$, also der Cosinus des Ganzen wie oben, wobei der Vortheil ist, dass die Formel keine Wurzelgrösse enthält, während die Linien, Axen, Diagonalen u. s. w. am bequemsten und natürlichsten, und oft gar nicht anders als durch Wurzelgrössen auszudrücken sind.

Für das Oktaeder, für welches $a = \sqrt{2}$, $b = 1$ ist, erhält man $\cos AHB = \frac{b^2 - a^2}{b^2 + a^2} = \frac{1 - 2}{1 + 2} = -\frac{1}{3}$, welches zu 109° 28′ 16″ gehört, wie die Tafeln zeigen.

Die rhomboedrischen Axen stehen senkrecht auf den Flächen des Oktaeders in ihrem Mittelpunkte wie AX Fig. 155 und Fig. 156, ersteres in pyramidaler, letzteres in rhomboedrischer Stellung.

Fig. 155.

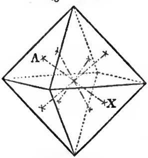


Fig. 156.

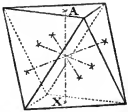
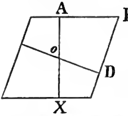


Fig. 157.



Es sind ihrer demnach vier. Der Winkel o, welchen sie einschliessen, ist nach Fig. 157, da in einem Viereck die Summe der Winkel = 360 Grad seyn muss, das Supplement von 109° 28′ 16″ zu 180° oder 70° 31′ 44″. Die vier rhomboedrischen Axen des Oktaeders sind also genau dieselben, wie die des Hexaeders.

Die prismatischen Axen AB, CD, EF, GH, IK, LM, Fig. 158 und 159 gehen durch die Mittelpunkte der gegenüberliegenden Kanten; da zwölf solcher Kanten sind, so hat das Oktaeder ebenfalls sechs prismatische Axen; wie das Hexaeder Fig. 128 und 129. Die pyramidalen, prismatischen und rhomboedrischen Axen verhalten sich $= 1 : \frac{1}{2}\sqrt{2} : \frac{1}{3}\sqrt{3}$.

Fig. 158.

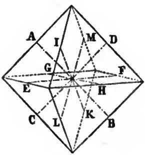
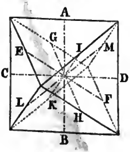


Fig 159.



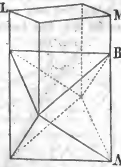
Das Oktaeder ist einer der regelmässigen Körper der Geometrie, und nach der Anzahl seiner Flächen benannt.

Die Zeichnung des Oktaeders folgt unmittelbar aus der Zeichnung des Würfels. Man bestimmt durch Ziehung der Diagonalen

die Mittelpunkte der sechs Flächen, verbindet je zwei benachbarte derselben durch gerade Linien, und hat das Oktaeder vollendet.

Für das Modelliren aus Holz hobelt man am besten rhombische Stäbe mit den Winkeln von 109° 28′ 16″, oder mit dem Querschnitt von $1:\sqrt{2}$, und schneidet nach Anleitung der Fig. 160 beiderseitig zwei geneigte Ebenen daran, so dass die Länge AB gleich ist der kleineren Diagonale LM des Prismas.

Fig. 160.



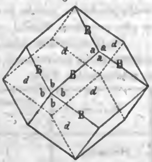
In der Natur ist das Oktaeder sehr verbreitet, am Fluss, Spinell, Diamant, Magneteisenstein, Rothkupfererz, Gold, Schwefelkies, Kobaltkies, Kobaltglanz, Glaserz u. s. w.

24. Das Granatoid.

Syn. Granatoëder, Weiss. Einkantiges Tetragonal-Dodekaeder, Mohs. Rautenzwölfflach, v. Raumer und Bernhardi. Granatdodekaeder, Werner. Reguläres Rhombendodekaeder, Hausmann. Rhombendodekaeder, Naumann. Rhombisches Dodekaeder oder Rautenzwölfflächner, Breithaupt.

Das Granatoid Fig. 161 ist von zwölf gleichen und ähnlichen Rhomben begränzt. Die ebenen Winkel derselben sind 109° 28′ 16″ und 70° 31′ 44″, gleich denen, welche die rhomboedrischen Axen mit einander einschliessen, und dem Kantenwinkel des Oktaeders. Das Verhältniss der Diagonalen dieser Flächen ist das von $1:\sqrt{2}$. Die Kanten des Dodekaeders sind = 110°. Es sind deren vier und zwanzig, welche je eine dreiflächige und eine vierflächige Ecke mit einander verbinden. Es hat acht dreiflächige und sechs vierflächige Ecken.

Fig. 161.



Das Granatoid hat drei pyramidale Axen; sie gehen durch je zwei vierflächige Ecken. Wenn eine dieser Axen senkrecht ist, so sind acht Flächen gegen die beiden Spitzen geneigt, die übrigen vier Flächen vertikal.

Die rhomboedrischen Axen, vier an der Zahl, gehen durch die dreiflächigen Ecken. Wenn eine dieser Axen *CD* Fig. 162 vertikal ist, so sind sechs Flächen gegen die Spitze geneigt, und sechs Flächen sind vertikal. Die zwölf prismatischen Axen gehen wie *EF* Fig. 163 durch die Mittelpunkte der rhombischen Flächen

Fig. 162.

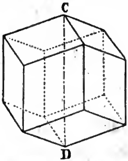
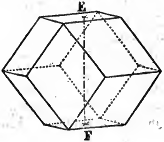


Fig. 163.



des Körpers. Die aufrechte Stellung in dieser Richtung macht zwei Flächen horizontal, zwei vertikal, und acht geneigt. Die Länge der pyramidalen, prismatischen und rhomboedrischen Axen verhält sich $= 1 : \frac{1}{2}\sqrt{2} : \frac{1}{2}\sqrt{3}$.

Der Würfel, das Oktaeder und das Granatoid sind die einzigen Formen mit 4 rhomboedrischen, 3 pyramidalen und 6 prismatischen Axen, welche in Bezug auf ihre Winkel beständig sind, es gibt nur einen Würfel, nur ein Oktaeder, nur ein Granatoid.

Die Verhältnisse ihrer Axen, Flächen, Kanten, Ecken u. s. w. zeigen manche interessante Analogien; einige derselben folgen hier in tabellarischer Form.

Form	Pyramidale	Rhomboedrische	Prismatische
	Axen		
Hexaeder	1	$\sqrt{3}$	$\sqrt{2}$
Oktaeder	1	$\frac{1}{3}\sqrt{3}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2}$
Granatoid	1	$\frac{1}{2}\sqrt{3}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2}$

Form	Pyramidale	Rhomboedrische	Prismatische
	Axen		
Hexaeder	$\frac{1}{2}\sqrt{3}$	1	$\frac{1}{3}\sqrt{6}$
Oktaeder	$\sqrt{3}$	1	$\frac{1}{2}\sqrt{6}$
Granatoid	$\frac{2}{3}\sqrt{3}$	1	$\frac{1}{3}\sqrt{6}$

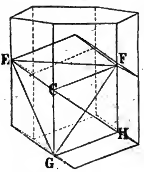
Form	Pyramidale	Rhomboedrische	Prismatische
	Axen		
Hexaeder	$\frac{1}{2}\sqrt{2}$	$\frac{1}{2}\sqrt{6}$	1
Oktaeder	$\sqrt{2}$	$\frac{1}{3}\sqrt{6}$	1
Granatoid	$\sqrt{2}$	$\frac{1}{2}\sqrt{6}$	1

Form	Flächen			Kanten		Ecken	
	Anzahl	Seiten	Winkel	Anzahl	Winkel	Anzahl	Kanten
Hexaeder	6	4	90° $\cos = 0$	12	90° $\cos = 0$	8	3
Oktaeder	8	3	60° $\cos = \frac{1}{2}$	12	109°28′16″ 70°31′44″ $\cos = \pm\frac{1}{3}$	6	4
Granatoid	12	4	109°28′16″ 70°31′44″ $\cos = \pm\frac{1}{3}$	24	120° $\cos = -\frac{1}{2}$	8 und 6	3 und 4

Die Axen selbst aber, vier rhomboedrische, drei pyramidale sechs prismatische schneiden sich respektive unter Winkeln von 109° 28′ 16″, von 90°, und von 90° und 120°.

Die Zeichnung des Granatoides ist aus dem Würfel sehr einfach, sey es, dass man sich als Vergleichung für das Auffinden der Länge der in dem Würfel verzeichneten rhomboedrischen oder pyramidalen Axen der obigen Tafel bedient, sey es, dass man die entstehenden Durchschnitte mit diesen Axen graphisch verfolgt.

Fig. 164.



Für das Modelliren wählt man einen regelmässig sechsseitigen Stab, trägt die Breite *EF* Fig, 164 von *F* nach *G* und hat so zur Orientirung die Oktaederfläche *EFG* verzeichnet. Eine Senkrechte im Mittelpunkte durch *FG* gezogen bestimmt den Rhombus *FCHG* als Seitenfläche des Granatoids. Die Höhe von *C* über *G* ist eben so gross als die von *H* unter *F*.

Man hat Bezeichnungamethoden erdacht, um eine oder die andere Form durch Buchstaben und Ziffern anzudeuten, wenn man weder die Figur noch den wörtlichen Ausdruck gebrauchen will. Wir bezeichnen mit Mohs den Würfel, oder das Hexaeder durch H, das Oktaeder durch O, das Granatoid oder Dodekaed r durch D.

Das Granatoid ist kein regelmässiger Körper der Geometrie. Das Dodekaeder der Geometrie ist von zwölf gleichen und ähnlichen regelmässigen Fünfecken begrenzt, kommt aber nicht in der Natur vor.

An den Mineralien finden sich mehrere von zwölf Flächen begrenzte Körper, die nach der Anzahl der Flächen Dodekaeder benannt werden müssen. Wir wählen den Namen Granatoid, als Anspielung auf das häufige Vorkommen der Form am Granat. Weiss hatte bereits Granatoeder gebraucht, von der uralten Benennung Granatdodekaeder, die Werner demselben zu geben pflegte.

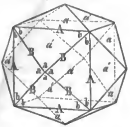
Das Granatoid kommt in der That häufig am Granate vor, aber auch am Sodalit, am Gold, am Magneteisenstein, Rothkupfererz, an der Blende.

25. Die Fluoroide.

Syn. Hexaedrische Trigonal-Ikositetraeder, Mohs. Tetrakis-Hexaeder, G. Rose und Naumann. Viermal Sechsflächner, Naumann. Pyramiden-Würfel, Weiss, v. Raumer. Viermal Sechsflach, Bernhardi. Hexaederkantige Ikositetraeder, Hexaederkantige Vierundzwanzigflächner, Breithaupt.

Die Fluoroide Fig. 165 haben die Form eines Hexaeders, das auf jeder seiner Flächen eine flache vierseitige Pyramide trägt. Sie sind von vier und zwanzig gleichschenkligen Dreiecken begrenzt, die in sechs vierzähligen Flächensystemen vertheilt sind.

Fig. 165.



Die Fluoride haben zwölf längere Kanten, die den Hexaederkanten entsprechen, und vier und zwanzig kürzere, welche in den vierflächigen Ecken zusammen laufen. Der Ecken sind vierzehn, und zwar acht sechsflächige, welche den Ecken des Hexaeders, und sechs vierflächige, welche den Mittelpunkten der Flächen desselben entsprechen.

Die zwölf längeren Kanten verbinden je zwei sechsflächige Ecken, die vierundzwanzig kürzeren je eine sechsflächige, mit einer vierflächigen.

Die d r e i pyramidalen Axen gehen durch die vierflächigen Ecken, die v i e r rhomboedrischen durch die sechsflächigen, die s e c h s prismatischen endlich durch die Mittelpunkte der Hexaederkanten.

Die Schnitte entsprechen den Axen, der pyramidale Querschnitt ist ein symmetrisches Achteck, der rhomboedrische Querschnitt ein symmetrisches Zwölfeck.

Mohs hat drei, G. Rose fünf verschiedene Fluoroide.

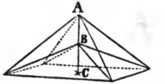
Fluoroid	Ebene Winkel		Kantenwinkel	
	a	*b*	*A*	*B*
1. $\frac{2}{3}$ F	71° 31′ 28″	50° 14′ 16″	157° 22′ 48″	133° 48′ 47″
2. $\frac{1}{3}$ F	83° 37′ 48″	48° 11′ 23″	143° 7′ 48″	143° 7′ 48″

Fluoroid		Ebene Winkel		Kantenwinkel	
		a	b	A	B
3.	$\frac{2}{5}$ F	85° 45′ 2″	47° 7′ 29″	133° 36′	149° 33′
4.	$\frac{1}{3}$ F	86° 58′ 59″	46° 30′ 30½″	126° 52′ 12″	154° 9′ 29″
5.	$\frac{1}{5}$ F	88° 52′ 32″	45° 33′ 44″	112° 37′	164° 3′

In ihren Winkeln bilden die Fluoroide eine Art Uebergang von dem Hexaeder bis zu dem Granatoid, indem bei einigen die vierflächigen Ecken nur wenig über die Flächen des Würfels erhaben sind, während bei anderen die Flächen des Granatoides nur durch eine stumpfe Kante in zwei getheilt erscheinen.

Ihre Abmessungen lassen sich am besten anschaulich darstellen, wenn man die auf jeder Hexaederfläche aufgesetzte einfache vierseitige Pyramide, mit dem Theile eines Granatoides vergleicht, der derselben entspricht. Setzt man in der angeführten Folge in Fig. 166 $AC = 1$, so ist die halbe Axe oder die Linie

Fig. 166.



BC für $1 = \frac{2}{3}$
$2 = \frac{1}{2}$
$3 = \frac{2}{5}$
$4 = \frac{1}{3}$
$5 = \frac{1}{5}$

Auch für die **Bezeichnung** gibt dieses Verhältniss das anschaulichste Bild. Für ein unbestimmtes Fluoroid gelte das Zeichen nF, so folgt für die aufgezählten fünf, in der Reihe $\frac{2}{3}$F; $\frac{1}{2}$F; $\frac{2}{5}$F; $\frac{1}{3}$F; $\frac{1}{5}$F; NAUMANN hat noch $\frac{4}{5}$F; $\frac{2}{7}$F und $\frac{1}{4}$F.

Die erste Varietät ist die Vollgestalt eines Pyritoides, die zweite Varietät $\frac{1}{2}$F findet sich am Golde und Kupfer aus Sibirien selbstständig, bei anderen Spezies in Combination; die vierte $\frac{1}{3}$F selbstständig am Fluss aus Cornwall. Diese letztere ist am längsten bekannt. Ich habe davon Gelegenheit genommen, dem alle gleichartigen Gestalten, wenn sie auch nicht dieselben Winkel haben, umfassenden Begriff der Form überhaupt den Namen **Fluoroid** beizulegen.

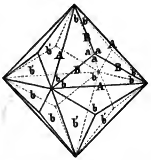
Die dritte und die fünfte Varietät wurde von G. ROSE aufgeführt. Die fünfte $\frac{1}{5}$F findet sich an der Blende zu Kapnik in Combination.

26. Die Galenoide.

Syn. Oktaedrische Trigonal-Ikositetraeder, Mohs. Triakisoktaeder, G. Rose und Naumann. Dreimal Achtflächner, Naumann. Pyramidenoktaeder, Weiss. Dreimalachtflach, Bernhardi. Pyramidenachtflach, v. Raumer. Oktaederkantige Ikositessaraeder, oktaederkantige Vierundzwanzigflächner, Breithaupt.

Die Galenoide Fig. 167 haben die Form eines Oktaeders, welches auf jeder seiner acht Flächen, eine flache dreiseitige Pyramide trägt. Sie sind von vierundzwanzig gleichschenkligen Dreiecken begrenzt, die in acht dreizähligen Flächensystemen vertheilt sind.

Fig. 167.



Die Galenoide haben zwölf längere Kanten, die den Oktaederkanten entsprechen, und vierundzwanzig kürzere, die in den dreiflächigen Ecken zusammenlaufen. Der Ecken sind vierzehn, und zwar sechs achtflächige, welche den Ecken des Oktaeders, und acht dreiflächige, welche den Mittelpunkten der Flächen desselben entsprechen.

Die zwölf längeren Kanten verbinden je zwei achtflächige Ecken, die vierundzwanzig kürzern je eine achtflächige Ecke mit einer dreiflächigen.

Die drei pyramidalen Axen gehen durch die achtflächigen Ecken, die vier rhomboedrischen Axen durch die dreiflächigen, die sechs prismatischen endlich durch die Mittelpunkte der Oktaederkanten, welche den Hauptumriss der ganzen Figur bilden.

Die Schnitte entsprechen den Axen, der pyramidale Querschnitt ist ein Quadrat, der rhomboedrische ein symmetrisches Zwölfeck.

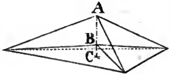
In ihren Winkeln bilden die Galenoide eine Art Uebergang, oder Verbindung zwischen dem Oktaeder und dem Granatoid, indem die mit flacheren dreiflächigen Ecken mehr die Form des Oktaeders, die mit schärferen die des Granatoides zeigen.

GUSTAV ROSE gibt drei Galenoide an, von welchen MOHS zwei anführt, nämlich das von den mittleren Abmessungen, und das dem Oktaeder näher stehende.

Galenoide	Ebene Winkel		Kantenwinkel	
	a	b	A	B
1. $\frac{3}{4}$ G	119° 14′ 1″	30° 22′ 59″	129° 31′ 14″	162° 39′ 31″
2. $\frac{2}{3}$ G	118° 4′ 10″	30° 57′ 55″	141° 3′ 28″	152° 44′ 2″
3. $\frac{4}{7}$ G	116° 10′ 36″	31° 54′ 42″	153° 28′ 29″	142° 8′ 11″

Ihre Abmessungen lassen sich am besten anschaulich darstellen, wenn man die auf jeder Oktaederfläche aufgesetzte dreiseitige Pyramide mit dem Theile eines Granatoides vergleicht, der derselben entspricht. Setzt man die halbe Axe, oder die Linie $AC = 1$, Fig. 168, so ist in der angeführten Folge:

Fig. 168.



BC für Varietät 1. $= \frac{3}{4}$
2. $= \frac{2}{3}$
3. $= \frac{4}{7}$

Die entsprechende **Bezeichnung** der drei Galenoide in der angeführten Folge ist $\frac{3}{4}$ G, $\frac{2}{3}$ G, $\frac{4}{7}$ G. NAUMANN hat noch *) $\frac{1}{98}$ G, $\frac{1}{7}$ G, $\frac{1}{3}$ G und $\frac{2}{3}$ G.

Zwei von diesen Galenoiden, das zweite und dritte sind am Bleiglanz bekannt, das zweite seit langer Zeit, und sehr ausgezeichnet, daher wurde der Name gebildet. Die erste Varietät findet sich am Granat, aus dem Brossothal in Piemont. Auch am Diamant findet sich ein Galenoid, aber von unbestimmten Abmessungen.

27. DIE LEUZITOIDE.

Syn. Zweikantige Tetragonal-Ikositetraeder, MOHS. Leuzitoeder und Leuzitoide, WEISS. Leuzit, v. RAUMER. Deltoide Ikositesseraeder, Deltoide Vierundzwanzigflächner, BREITHAUPT. Trapezoeder, HAUSMANN. Deltoid Vierundzwanzigflach, BERNHARDI. Leuzitkrystallisation, WERNER. Ikositetraeder, Vierundzwanzigflächner, NAUMANN.

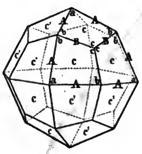
Die Leuzitoide Fig. 169 sind von vierundzwanzig Deltoiden begrenzt, an denen man nach Massgabe der Abmessungen acht

*) Lehrbuch der Krystallographie 1. Thl. p. 112.

dreizählige, oder vier sechszählige Flächensysteme erkennt.

Wenn man auf den Deltoidflächen Linien zieht, welche die gleichen Winkel verbinden, so erhält man zweierlei gleichschenklige Dreiecke, von denen die Scheitel der spitzeren in den vierflächigen, die Scheitel der stumpferen in den dreiflächigen Ecken zusammenstossen.

Fig. 169.



Die Leuzitoide haben achtundvierzig Kanten, und sechsundzwanzig Ecken. Sechs der letzteren sind vierflächig, und von gleichen Kanten gebildet, zwölf sind ebenfalls vierflächig, aber von zweierlei Kanten gebildet, acht Ecken endlich sind dreiflächig. Vierundzwanzig gleiche Kanten verbinden die ungleichkantigen Ecken mit den vierflächigen, vierundzwanzig andere aber ebenfalls gleiche Kanten dieselben ungleichkantigen Ecken mit den dreiflächigen.

Die drei pyramidalen Axen gehen durch die sechs gleichkantigen, vierflächigen Ecken, die vier rhomboedrischen durch die acht dreiflächigen, und die sechs prismatischen durch die zwölf vierflächigen von ungleichen oder von den zweierlei Kanten gebildeten Ecken. Diess ist die erste zu betrachtende Art von Formen, bei denen alle Axen durch Ecken gehen.

Die Schnitte entsprechen den Axen. Der Querschnitt senkrecht auf eine pyramidale Axe ist ein symmetrisches Achteck. Der rhomboedrische Querschnitt ist ein regelmässiges Sechseck.

In ihren Winkelverschiedenheiten stehen die Leuzitoide überhaupt zwischen dem Hexaeder, und dem Oktaeder, und verbinden sie durch Uebergänge.

Die zwei am genauesten bestimmten Lenzitoide besitzen folgende Abmessungen:

Leuzitoide		Ebene Winkel *a*	Ebene Winkel *b*	Ebene Winkel *c*	Kantenwinkel *A*	Kantenwinkel *B*
1.	$\frac{1}{2}$ L	78° 27′ 46″	82° 15′ 3‴	117° 2′ 8″	131° 48′ 37″	146° 26′ 34″
2.	$\frac{1}{3}$ L	84° 15′ 39″	81° 25′ 37‴	112° 53′ 7″	144° 54′ 12″	129° 31′ 16″

Winkel der an den pyramidalen Ecken gegenüberliegenden

		Flächen	Kanten
1.	$\frac{1}{2}$ L	109° 28′ 16″	126° 52′ 12″
2.	$\frac{1}{3}$ L	129° 31′ 16″	143° 7′ 48″

Eine genaue Untersuchung findet in diesen Winkeln ungemein interessante Analogien.

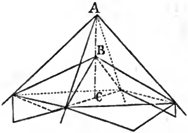
Der erste derselben 129° 28′ 16″ ist derselbe, unter welchem sich die rhomboedrischen Axen schneiden.

Der Winkel von 129° 31′ 16″ ist gänzlich gleich der Neigung der Flächen an den rhomboedrischen Ecken desselben Leuzitoides.

Die Winkel 126° 52′ 12″ und 143° 7′ 48″ ergänzen sich zu 270°, der Summe zweier anschliessender Winkel in jedem symmetrischen Achteck. Die pyramidalen Hauptschnitte der zwei Varietäten sind also einander ähnlich, nur haben sie gegen einander eine diagonale Lage.

Die Abmessungen der Leuzitoide lassen sich deutlich in zwei Lagen anschaulich machen, in einer pyramidalen und in einer rhomboedrischen.

Fig. 170.

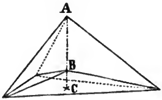


In der ersten Stellung Fig. 170 erheben sich über die Hexaederfläche die pyramidalen Ecken des Oktaeders und der zwei Leuzitoide in dem Verhältniss von

Oktaeder $AC = 1$
1ste Varietät $BC = \frac{1}{2}$
2te Varietät $BC = \frac{1}{3}$.

Von dem Verhältniss in dieser Stellung nehmen wir die Bezeichnung $\frac{1}{2}$ L, $\frac{1}{3}$ L. NAUMANN hat noch $\frac{3}{4}$ L, $\frac{2}{3}$ L, $\frac{3}{8}$ L, $\frac{1}{4}$ L, $\frac{1}{6}$ L, $\frac{1}{12}$ L, $\frac{1}{25}$ L.

Fig. 171.



In der zweiten Stellung Fig. 171 erheben sich über den Oktaederflächen die rhomboedrischen Ecken des Hexaeders und der zwei Leuzitoide in dem Verhältniss von

Hexaeder $AC = 1$
1ste Varietät $BC = \frac{1}{3}$
2te Varietät $BC = \frac{2}{3}$.

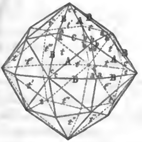
Die erste Varietät dieser Leuzitoide ist längst am Leuzit selbstständig bekannt, daher der Name. Aber auch am Analcim, am Granat u. s. w. Die zweite am Gold, am Silber, in Combinationen am Fluss, Magneteisenstein.

Die zweite Form trägt bei WEISS bereits den Namen Leuzitoid, während er die erstere Leuzitoeder nennt.

28. DIE ADAMANTOIDE.

Syn. Tetrakontaoktaeder, MOHS. Pyramiden-Granatoeder z. Th. achtundvierzigflächner, WEISS. Pyramiden-Kantenzwölfflach, v. RAUMER. Tesserakontaoktaeder, Achtundvierzigflächner, BREITHAUPT. Trigonalpolyeder, HAUSMANN. Achtundvierzigflach, BERNHARDI. Hexakisoktaeder, Sechsmalachtflächner, NAUMANN.

Fig. 172.



Die Adamantoide Fig. 172 sind von achtundvierzig ungleichseitigen Dreiecken begrenzt, die nach Massgabe der Abmessungen in sechs achtzähligen, acht sechszähligen oder zwölf vierzähligen Flächensystemen versammelt sind.

Der Ecken sind wie bei den Leuzitoiden sechsundzwanzig und zwar sechs achtflächige, acht sechsflächige, und zwölf vierflächige.

Sie haben im Ganzen zweiundsiebenzig Kanten, und zwar dreierlei, vierundzwanzig von jeder Art, welche immer ungleiche Ecken mit einander verbinden.

Zweierlei Kanten bilden abwechselnd die achtflächigen Ecken; abwechselnde Kanten, die zuweilen gleich gross sind, die sechsflächigen, ebenfalls abwechselnde die vierflächigen Ecken.

Die drei pyramidalen Axen gehen durch die achtflächigen, die vier rhomboedrischen durch die sechsflächigen, die sechs prismatischen durch die vierflächigen Ecken.

Die Ecken stimmen in ihrer Lage mit den Mittelpunkten der Flächen des Hexaeders, Oktaeders, und Granatoides überein.

Die Schnitte entsprechen den Axen, der pyramidale Querschnitt ist ein symmetrisches Achteck, der rhomboedrische ein symmetrisches Zwölfeck.

Die Adamantoide nähern sich in ihrer Mannigfaltigkeit in der Hauptform mehr oder weniger einer jeden der im Vorhergehenden aufgeführten vielaxigen Gestalten.

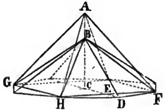
MOHS hat drei dieser Formen, GUSTAV ROSE fünf, von denen zwei mit MOHS übereinstimmen.

Adamantoide		Kantenwinkel		
		A	*B*	*C*
1.	$\frac{2}{3}$ A $\frac{1}{3}$	158° 12′ 48″	148° 59′ 50″	158° 12′ 48″
2.	$\frac{3}{5}$ A $\frac{1}{2}$	152° 20′ 22″	160° 32′ 13″	152° 20′ 22″
3.	$\frac{1}{2}$ A $\frac{1}{3}$	162° 14′ 50″	154° 47′ 28″	144° 2′ 58″
4.	$\frac{3}{4}$ A $\frac{1}{2}$	147° 48′	157° 23′	164° 3′
5.	$\frac{5}{4}$ A $\frac{1}{4}$	166° 57′ 18″	152° 6′ 47″	140° 9′ 7″
6.	$\frac{3}{7}$ A $\frac{1}{2}$	158° 46′ 49″	165° 2′ 20″	136° 47′ 15″
			Ebene Winkel	
		a	*b*	*c*
1.	$\frac{2}{3}$ A $\frac{1}{3}$	86° 56′ 25″	56° 15′ 4″	36° 48′ 31″
2.	$\frac{3}{5}$ A $\frac{1}{2}$	87° 34′ 49″	83° 46′ 42″	38° 38′ 29″
3.	$\frac{1}{2}$ A $\frac{1}{3}$	85° 50′ 23″	54° 21′ 34″	39° 48′ 3″

Bei der Bezeichnung der Adamantoide muss man nothwendiger Weise zwei Elemente unter den Verhältnissen auswählen, welche die Abmessungen der Gestalt vollkommen bestimmen. Die anschaulichsten scheinen folgende zwei zu sein:

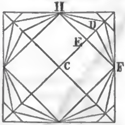
1. Das Verhältniss, in welchem bei gleichen Abschnitten eines Oktaeders, und eines unbestimmten Adamantoides mAn die Axen derselben AC und BC Fig. 173 zu einander stehen. Wir setzen also $\frac{BC}{AC} = m$;

Fig. 173.



2. in dem Querschnitt senkrecht auf diese Axe das Verhältniss der Linien $DE : EC$. Wir setzen $\frac{DE}{EC} = n$. Beide Verhältnisse sind gewöhnlich an den Formen einzeln oder in Verbindung mit einander leicht ersichtlich.

Fig. 174.



Das erste der oben verzeichneten Adamantoide zeigt die Neigung der beiden Kanten *FB* und *BG* = 112° 37′ 12″, daher m = $\frac{8}{3}$. Der Winkel *FDH* häufig im Durchsc! nitt mit einer Hexaeder-Fläche Fig. 174 zu beobachten ist = 143° 7′ 48″, daher *n* = $\frac{1}{3}$; das Zeichen daher im Ganzen $\frac{8}{3}$ A $\frac{1}{3}$.

In Bezug auf die besondere Austheilung der Flächen mag hier berührt werden, dass in den Varietäten 1 und 4 diejenigen Kanten, welche die sechsflächigen und achtflächigen Ecken verbinden, genau die Lage der Kanten des Granatoides besitzen, ferner dass die Kantenwinkel an den sechsflächigen Ecken, bei der Varietät 1, sowohl als bei Varietät 2 gleich gross sind, also die Schnitte senkrecht auf die zugehörigen Axen nicht symmetrische, sondern regelmässige Sechsecke sind.

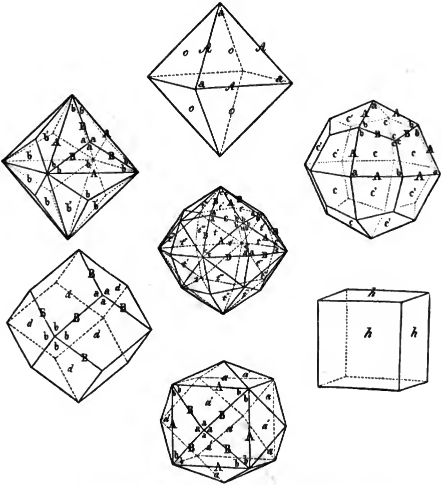
MOHS hat die drei ersten Varietäten, die Angabe von HAÜY zum Grunde legend. Die Form $\frac{8}{3}$ A $\frac{1}{3}$ kommt am Granate von Arendal vor; $\frac{1}{2}$ A $\frac{5}{3}$ am Fluss aus dem Münsterthal; die zweite Varietät ist die Vollgestalt eines Diploides am Schwefelkies, und eines Borazitoides am Borazit. G. ROSE fand $\frac{3}{4}$ A $\frac{1}{2}$ am Granat von Cziklova, die beiden oben zuletzt aufgeführten Adamantoide nebst dem $\frac{1}{2}$ A $\frac{1}{3}$ an Flussspathen. NAUMANN hat noch überdiess $\frac{1}{4}$ A $\frac{1}{3}$, $\frac{4}{3}$ A $\frac{2}{9}$, und $\frac{63}{64}$ A $\frac{32}{33}$.

Adamantoide kommen ausgezeichnet, selbstständig am Diamant vor, daher der Name, doch sind sie ihren Abmessungen nach an diesem Minerale nicht bestimmbar, da sie krumme Flächen zeigen, obwohl unter scharfen Kanten sich schneidend.

29. SCHEMA, BEZEICHNUNG.

Ausser den bisher betrachteten gibt es keine Gestalten, welche drei pyramidale, vier rhomboedrische und sechs prismatische Axen besitzen. Sieben Formen besitzen diese Anzahl von Axen. Man kann aus denselben recht zweckmässig für die Vergleichung ihrer Eigenschaften ein graphisches Schema bilden, wie folgt:

Fig. 175.



Die Gestalten von unveränderlichen Abmessungen, Hexaeder, Oktaeder, Dodekaeder oder Granatoid, stehen in den Winkeln eines Dreieckes. Zwischen dem Hexaeder und Oktaeder das Leuzitoid, zwischen Oktaeder und Granatoid das Galenoid, zwischen Hexaeder und Granatoid das Fluoroid, zwischen den drei letzteren endlich entfernter von den drei ersteren das Adamantoid.

Die Axen der sieben Formen sind vollkommen parallel gestellt. Wir stellen die im Vorhergehenden angewendeten Zeichen der Formen zur Uebersicht ebenfalls zusammen. Die Bezeichnung von Mohs bezieht sich auf die Körper an sich; die Bezeichnungen, welche andere Krystallographen ausgedacht haben, geben Verhältnisse, aus denen sich Formen berechnen lassen, sie sind mehr Definitionen analog, während die Zeichen von Mohs sich mehr der Natur von Namen nähern, doch suchen wir letztere mehr dem gegenwärtigen Zustande der krystallographischen Kenntnisse anzupassen. Indem wir die Zeichen H.O.D für die Gestalten von unveränderlichen Abmessungen beibehalten, bezeichnen wir die Fluoroide, Galenoide, Leuzitoide und Adamantoide durch die Anfangsbuchstaben F, G, L und A mit Hinzufügung der Coefficienten der Varietät, welche beobachtet wurde. Wir drücken also das graphische durch ein Zeichen-Schema aus, wie folgt:

O

nG nL

mAn

D nF H

Es ist sehr vortheilhaft, Krystallmodelle oder Zeichnungen von den sieben vielaxigen Formen in der oben erwähnten Gruppirung zur Versinnlichung so mancher Analogien, die zwischen ihnen statt finden, zu betrachten. Auch Naumann und Breithaupt haben solche Zusammenstellungen gemacht.

30. Pantoedrie, Hemiedrie, Tetartoedrie.

Die bisher betrachteten Gestalten, Würfel, Oktaeder, Granatoid, Fluoroid, Galenoid, Leuzitoid, Adamantoid sind diejenigen, welche die meisten Axen enthalten. Noch gibt es aber viele von gleichen und ähnlichen Flächen begrenzte vielaxige Körper, die jedoch einen geringeren Grad der Symmetrie besitzen, als die obigen. Sie sind bereits in denselben enthalten, und werden durch ein Verfahren, von Mohs die Zerlegung genannt, aus ihnen dargestellt, welches mit der Hervorbringung der einfachen Gestalten aus den zusammengesetzten die grösste Analogie besitzt.

Man betrachtet nämlich die Möglichkeit unter den Flächen der sieben Gestalten, solche auszuwählen, die man als symmetrisch verschieden betrachten kann, und vergrössert die einen, während man die dazwischenliegenden verschwinden lässt. So kann man die abwechselnden Flächen des Oktaeders vergrössern, bis sie den Raum allein einschliessen. Die vier abwechselnd dazwischen liegenden Flächen fallen ganz weg, und aus dem Oktaeder Fig. 176 entstehen zwei Tetraeder Fig. 177 und 178, jenachdem man die Flächen *o* oder *o'* vergrössert hat, bis die dazwischen liegenden verschwinden. Die beiden Tetraeder werden als Hälften des Oktaeders betrachtet. Sie befinden sich gegen einander in umgekehrter Stellung, und bringen mit einander verbunden wieder das Oktaeder hervor. Sie ergänzen sich wie in Fig. 179 zur vollständigen Axensymmetrie der sieben vollflächigen Formen.

Fig. 176.

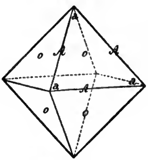


Fig. 177.

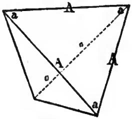


Fig. 178.

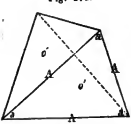
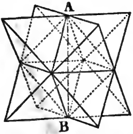


Fig. 179.



Man nennt Formen, welche auf die hier erklärte Art als Hälften einer anderen betrachtet werden können, hemiedrische, das Verhältniss selbst die Hemiedrie, während diejenige Form, welche alle ihre Flächen, die volle Anzahl derselben behält, als pantoedrisch, das Verhältniss selbst als Pantoedrie betrachtet wird. Die ersteren Ausdrücke sind allgemein angenommen, für die letztern bedient man sich bisher der Aus-

drücke **homoedrisch** oder **holoedrisch**, doch scheint der Begriff der Stammsylbe πᾶν, mehr als die Etymologie dieser beiden, demjenigen zu entsprechen, was angedeutet werden soll. **Tetartoedrie** findet Statt, wenn eine hemiedrische Form noch einmal in zwei Hälften zertheilt werden kann, wodurch man also **Viertel** oder **tetartoedrische** Formen erhält.

Im Allgemeinen kann man nur **drei** verschiedene **Arten von Zerlegung** unternehmen, so, dass symmetrische Resultate erhalten werden, indem man:

1. die abwechselnden Flächen, oder
2. die abwechselnden Flächenpaare, oder
3. die abwechselnden Flächensysteme bis zum Verschwinden der dazwischenliegenden vergrössert.

Abwechselnde Flächen zu vergrössern, zum Verschwinden der dazwischen liegenden, erlaubt

1. Das Oktaeder Fig. 180. 2. Das Fluoroid Fig. 181.
3. Das Adamantoid Fig. 182.

Fig. 180.

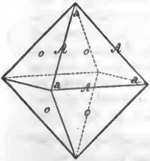


Fig. 181.

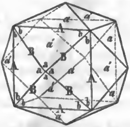
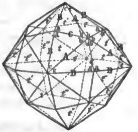


Fig. 182.



Man erhält aus denselben in der nämlichen Ordnung

1. Die Tetraeder Fig. 177 und 178 mit geneigten Flächen.

2. Die Pyritoide Fig. 183 u. Fig. 184 mit parallelen Flächen.

Fig. 183.

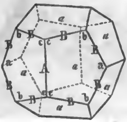


Fig. 184.

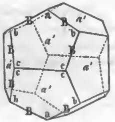


Fig. 185

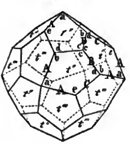
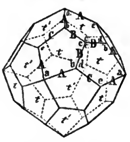


Fig. 186.



3. Die Gyroide Fig. 185 u. Fig. 186 mit geneigten Flächen.

Durch jede dieser wesentlich von einander verschiedenen Verfahrungsarten, werden die Axenverhältnisse der Formen auf ganz eigenthümliche Art verändert, wenn auch die Winkel, unter welchen sie sich schneiden, stets die nämlichen bleiben. Die sechs prismatischen Axen der pantoedrischen Form verschwinden gänzlich; die rhomboedrischen behalten ihren Charakter in Bezug auf die Möglichkeit von Einzeichnung von gleichseitigen Dreiecken in die Schnitte; die pyramidalen Axen verwandeln sich in den aus der ersten Zerlegungsart hervorgegangenen Tetraedern in hemipyramidale, in den aus der zweiten Zerlegungsart hervorgegangenen Pyritoiden in prismatische, in den Gyroiden behalten sie den pyramidalen Charakter, indem man in die zugehörigen Schnitte Quadrate einzeichnen kann. Doch zeigen in den Gyroiden sowohl rhomboedrische als pyramidale Schnitte den eigenthümlichen gyroidischen Charakter der Form selbst.

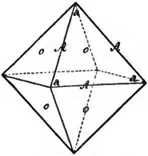
Wo es erforderlich ist, die drei Zerlegungsarten gegen einander zu kontrastiren, lassen sich die Hälften als tetraedrische, pyritoidische oder gyroidische betrachten, auch wenn sie andere Körper betreffen, als die welche oben aufgezählt wurden.

Gleichen Charakter in Bezug auf Art und Lage der Axen, wie die Tetraeder, zeigen noch mehrere Formen, die aus pantoedrischen, durch Vergrösserung abwechselnder Flächensysteme entstehen wie folgt.

Pantoedrisch.

Oktaeder Fig. 187.

Fig. 187.



Hemiedrisch.

Tetraeder Fig. 188 und 189.

Fig. 188.

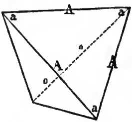
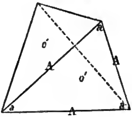
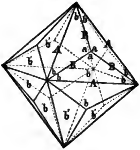


Fig. 189.



Galenoid Fig. 190.

Fig. 190.



Deltoeder Fig. 191 und 192.

Fig. 191.

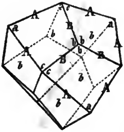
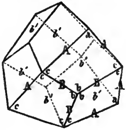
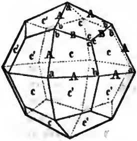


Fig. 192.



Leuzitoid Fig. 193.

Fig. 193.



Kyproide Fig. 194 und 195.

Fig. 194.

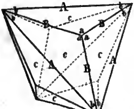
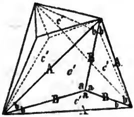


Fig. 195.



Pantoedrisch.	Hemiedrisch.
Adamantoid Fig. 196.	Borazitoide Fig. 197 und 198.

Fig. 196.

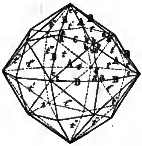


Fig. 197.

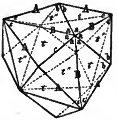
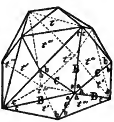


Fig. 198.



Die letzteren sind die tetraedrischen Hälften der ersteren.

Fig. 199.

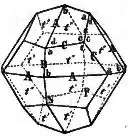
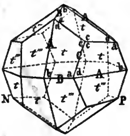


Fig. 200.



Nebst dem Fluoroid hat nur noch das Adamantoid pyritoidische Hälften, welche entstehen, wenn man seine abwechseinden Flächenpaare vergrössert, diess sind die Diploide Fig. 199 und 200.

Nur das Adamantoid selbst gestattet die gyroidische Zerlegung. Die beiden Gyroide Fig. 201 und 202 zeigen deu Charakter der entgegengesetzten Drehung. Sie sind nicht wie die tetraedrischen oder pyritoidischen Hälften durch die Stellung ai-

Fig. 201.

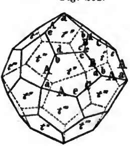


Fig. 202.



lein verschieden; sie decken sich selbst in vollkommen paralleler Stellung nicht, sondern unterscheiden sich wie rechts und links, oder Gegenstand und Spiegelbild.

Die aus den Gyroiden oder Diploiden, oder aus den Borazitoiden zu erhaltenden Viertel, die Tetartoide Fig. 203, 204, 205, 206

Fig. 203.

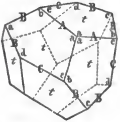


Fig. 204.

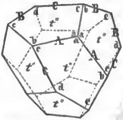
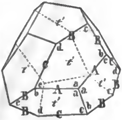
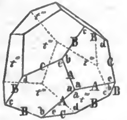


Fig. 205.



haben den Charakter der **Drehung** mit den Gyroiden, die Hauptform mit den Tetraedern gemein.

Fig. 206.



Weder die Gyroide noch die Tetartoide sind unter den vielaxigen Gestalten in der Natur beobachtet worden. Doch ergänzen sie die Lehre von der Zerlegung der Formen im Allgemeinen, und es finden sich allerdings analoge Verhältnisse unter denjenigen Formen in der Natur, welche eine rhomboedrische Hauptaxe besitzen, nämlich am Quarz.

31. Die Tetraeder.

Syn. Vierflächner, v. Raumer, Breithaupt. Vierflach, Bernhardi. Hemioctaeder, G. Rose. Einfache dreiseitige Pyramide. Reguläres Tetraeder.

Fig. 207.

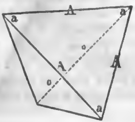
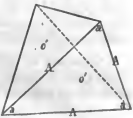


Fig. 208.



Die Tetraeder Fig. 207 und 208 sind von vier gleichseitigen Dreiecken begrenzt. Die ebenen Win-

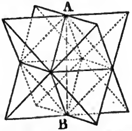
kel sind daher = 60°. Sie haben sechs gleiche Kanten und vier gleichwinklige dreiflächige Ecken. Der Flächenwinkel beträgt 70° 31′ 44.

Die Tetraeder besitzen drei hemipyramidale Axen, solche, deren Schnitte Rechtecke sind, in denen sich Rhomben verzeichnen lassen, die aber zu beiden Seiten der Axe eine entgegengesetzte Lage haben, sie gehen durch die Mittelpunkte gegenüberstehender Kanten, und stehen senkrecht auf einander. Vier rhomboedrische Axen, deren Schnitte gleichseitige Dreiecke sind, gehen durch die Ecken, und die Mittelpunkte der gegenüberstehenden Flächen.

Die hemipyramidalen Axen stimmen in ihrer Lage mit den pyramidalen der sieben zuerst betrachteten Körper, insbesondere des Oktaeders überein, aber die Symmetrie tritt an die Stelle der Regelmässigkeit in den Schnitten; nur der Schnitt durch den Mittelpunkt, der Querschnitt ist ein Quadrat. Die rhomboedrischen Axen stimmen gleichfalls mit denen am Oktaeder überein, die Regelmässigkeit der Schnitte bleibt, aber die Symmetrie der Lage ist zu beiden Seiten des Mittelpunktes der Axen entgegengesetzt. Die Grösse der Schnitte nimmt auf einer Seite zu, auf der andern ab.

Zwei Tetraeder, von denen das eine eine solche Stellung gegen das andere hat, dass die Flächen die Lage der Ecken am anderen besitzen und umgekehrt, ergänzen sich gegenseitig zur Regelmässigkeit. Das eine ist das Umgekehrte des andern.

Fig. 209.



Die zwei Tetraeder sind auch wirklich bereits in dem Oktaeder enthalten. Wenn man nämlich die abwechselnden Flächen an denselben vergrössert, bis sie den Raum vollständig umschliessen, so entstehen wie in Fig. 209 die zwei Tetraeder, in der Stellung, in welcher sie oben betrachtet wurden.

Wenn man die Mittelpunkte der Kanten des Tetraeders durch gerade Linien verbindet, so bilden diese den Umriss des Oktaeders, indem sie die Lage der Kanten dieses Körpers haben.

Die beiden Tetraeder sind die Hälften des Oktaeders. Sie stehen, das eine gegen das andere in umgekehrter Stellung. Ihr Zeichen ist also $+\frac{O}{2}$ und $-\frac{O}{2}$.

Tetraeder kommen in der Natur beim Fahlerz von Kapnik rein, ohne Verbindung mit anderen Flächen vor. In Verbindung mit anderen Formen beim Borazit, Helvin und der Blende.

32. Die Kyproide.

Syn. Trigonaldodekaeder, Mohs. Pyramidentetraeder, Weiss. Pyramidale Dodekaeder, pyramidale Zwölfflächner, Tetraederkantige Dodekaeder, Breithaupt. Dreimalvierflach, Bernhardi. Trigondodekaeder, Naumann.

Die Kyproide Fig. 210 und 211 haben die Hauptform eines Tetraeders, das auf jeder seiner Flächen eine flache dreiseitige Pyramide trägt. Sie sind von 12 gleichschenkligen Dreiecken begrenzt, welche vier dreizählige Flächensysteme bilden. Sie haben achtzehn Kanten und acht Ecken. Sechs längere Kanten haben die Lage der Kanten des Tetraeders, zwölf kürzere laufen in den vier flachen dreiflächigen Ecken zusammen, welche sich über den Tetraederflächen erheben. An der Stelle der Ecken des Tetraeders treffen wir vier sechsflächige symmetrische Ecken.

Fig. 210.

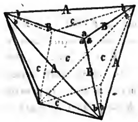
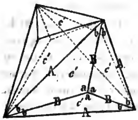


Fig. 211.



Die vier rhomboedrischen Axen gehen durch die entgegengesetzten sechsflächigen und dreiflächigen Ecken, die drei hemipyramidalen wie beim Tetraeder durch die Mittelpunkte der längeren Kanten, welche die Lage der Tetraederkanten haben. Die Schnitte entsprechen den Axen. Der Querschnitt senkrecht auf die hemipyramidalen Axen ist ein symmetrisches Achteck.

Die Kyproide verhalten sich in jeder Beziehung zu den Leuzitoiden wie die Tetraeder zu den Oktaedern. Sie sind die Hälf-

ten derselben. Zwei Kyproide in umgekehrter Stellung ergänzen sich gegenseitig zu dem Grade der Symmetrie, der in den Leuzitoiden herrscht, diess wird in den Zeichen $+\frac{nL}{2}$ und $-\frac{nL}{2}$ angedeutet.

Die zwei in der Natur am häufigsten vorkommenden Kyproide haben folgende Abmessungen:

	Ebene Winkel		Kantenwinkel	
	a	*b*	*A*	*B*
$\frac{\frac{3}{2}L}{2}$	117° 2′8″	31° 28′56″	109° 28′ 16″	146° 26′ 34″
$\frac{\frac{1}{3}L}{2}$	112° 53′7″	33° 33′26½″	129° 31′16″	129° 31′16″

Die Winkel an den dreiflächigen Ecken *a* und *B* stimmen mit den Winkeln der doppelten Anzahl ähnlich gelegener an den Leuzitoiden überein.

Die erste Varietät kommt am Fahlerz von Kapnik, von Klausthal am Harz, vorzüglich schön am Eulytin, dem Arsenikwismuth Werners, die zweite an der Blende vor. Letztere in Verbindung mit anderen Formen, die erste aber selbstständig. Das Fahlerz hat keinen Namen, aus dem sich ein wörtlicher Ausdruck für die Form ableiten liesse, ich habe daher Kyproid nach der Stammsylbe in *Aes cyprium*, einem Namen des wichtigsten chemischen Bestandtheils des Fahlerzes in technischer Beziehung gebildet.

33. Die Deltoeder.

Syn. Zweikantige Tetragonal-Dodekaeder, Mohs. Trapezoid-Dodekaeder, Weiss. Deltoid-Dodekaeder, Deltoidzwölfflächner, Breithaupt. Deltoid Zwölfflach, Bernhardi. Deltoid-Dodekaeder, Naumann.

Fig. 212.

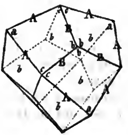
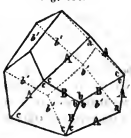


Fig. 213.



Die Deltoeder Fig. 212 und Fig. 213 haben die Hauptform eines Tetraeders. Anstatt jeder der Flächen erscheint ein dreizähliges

Flächensystem. Sie sind also von zwölf Flächen begrenzt. Die Flächen haben die Figur von Deltoiden.

Die Deltoeder haben vierzehn Ecken; vier davon entsprechen den Ecken, vier den Mittelpunkten der Flächen des Tetraeders, und sind dreiflächig, sechs andere sind vierflächig und entsprechen den Mittelpunkten der Kanten. Sie haben vierundzwanzig Kanten von zweierlei Grösse. Zwölf verbinden die vierflächigen Ecken mit den schärferen, zwölf andere die vierflächigen Ecken mit den stumpferen dreiflächigen.

Die vier rhomboedrischen Axen gehen durch die entgegengesetzten schärferen und stumpferen dreiflächigen Ecken, die drei hemipyramidalen durch die vierflächigen Ecken. Die Schnitte entsprechen den Axen. Der Querschnitt senkrecht auf eine hemipyramidale Axe ist ein Quadrat.

Wie die Tetraeder erscheinen die Deltoeder in zwei Stellungen, von denen eines das Umgekehrte des anderen ist. Sie sind die Hälften der Galenoide. Zwei Deltoeder in umgekehrter Stellung ergänzen sich zu dem Grade der Symmetrie der in den Galenoiden wahrgenommen wird. Die Deltoeder erhalten die Zeichen

$+\frac{nG}{2}$ und $-\frac{nG}{2}$.

Von den zwei beschriebenen Varietäten finden wir bei Mohs nur die zweite Varietät. Ihre Winkel sind:

	Ebene Winkel			Kantenwinkel	
	a	*b*	*c*	*A*	*B*
1. $\frac{\frac{1}{4}G}{2}$				82° 9′ 45″	162° 39′ 30″
2. $\frac{\frac{2}{3}G}{2}$	90°	118° 4′ 10″	75° 57′ 55″	90° 0′ 0″	152° 44′ 2″

Die Winkel an den dreiflächigen Ecken *b* und *B* stimmen mit den Winkeln der in doppelter Anzahl ähnlich gelegenen an den Galenoiden überein.

Die erste Varietät kommt nach G. Rose an dem Fahlerze von Dillenburg vor, in Verbindung mit anderen Formen, die zweite an der Blende in Cornwall. Bei der Bildung des Namens Deltoeder leitete die Figur der Flächen. Der Name Deltoid wäre passender gewesen, aber er war bereits für diese Flächen im Gebrauche.

34. Die Borazitoide.

Syn. Tetraedrische Trigonal-Ikositetraeder, Mohs. Gebrochene Pyramiden-Tetraeder, Weiss. Skalenische Ikositesseraeder, Skalenische Vierundzwanzigflächner, Breithaupt. Sechsmalvierflach, Bernhardi. Hexakistetraeder, Sechsmalvierflächner, Naumann.

Die allgemeine Form der Borazitoide Fig. 214 und 215 ist die eines Tetraeders, von dem jede Fläche eine flache sechsseitige Pyramide trägt. Anstatt jeder der Flächen erscheint ein sechszähliges Flächensystem, anstatt jeder Ecke des Tetraeders eine sechsflächige, über jeder Kante desselben eine vierflächige Ecke.

Fig. 214.

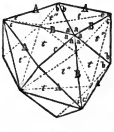
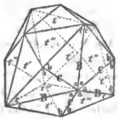


Fig. 215.



Die Borazitoide haben demnach vierzehn Ecken, davon sind acht sechsflächig, vier schärfere, und vier stumpfere, und sechs vierflächig. Sie haben sechsunddreissig Kanten von dreierlei Art; die längsten zwölf *B* verbinden die zweierlei sechsflächigen Ecken mit einander, und haben die Lage der Kanten *B* an den Kyproiden, andere zwölf *C*, die kürzesten verbinden die flächeren sechsflächigen Ecken mit den vierflächigen. Sie haben die Lage der Kanten *B* an den Deltoedern. Die übrigen mittleren zwölf Kanten *A* verbinden diese vierflächigen Ecken mit den schärferen sechsflächigen Ecken.

Die vier rhomboedrischen Axen gehen durch die sechsflächigen, die drei hemipyramidalen Axen durch die vierflächigen Ecken. Die Schnitte entsprechen den Axen, der Querschnitt, senkrecht auf eine hemipyramidale Axe ist ein symmetrisches Achteck.

Wie die Tetraeder erscheinen die Borazitoide in zwei verschiedenen Stellungen. Sie sind Hälften der Adamantoide. Zwei Borazitoide ergänzen sich zu demjenigen Grade der Symmetrie,

der an den letzteren Statt findet. Die Zeichen der Borazitoide sind $+\frac{mAn}{2}$; und $-\frac{mAn}{2}$.

Die Winkel der zwei in der Natur bekannten Varietäten sind:

Ebene Winkel

	a	*b*	*c*
$\frac{\frac{2}{3}A\frac{1}{3}}{2}$	56° 15′ 4″	82° 23′19″	41° 21′37″
$\frac{\frac{3}{2}A\frac{1}{2}}{2}$	53° 46′42″	82° 77′58″	43° 55′20″

Kantenwinkel

A	*B*	*C*
110° 55′29″	158° 12′48″	158° 12′48″
122° 52′42″	152° 20′22″	152° 20′22″

Die Winkel an den flacheren sechsflächigen Ecken *a*, *B* und *C* stimmen mit den Winkeln der abwechselnden Flächensysteme an den Adamantoiden überein.

Die erste Varietät dieser Formen findet sich nach G. Rose an dem Fahlerz von Ilanz am Rhein, die zweite kommt am Borazite vor. Die letztere hat Veranlassung zur Wahl des Namens gegeben. Am Diamante kommt ein Borazitoid selbstständig vor, doch mit den bekannten gekrümmten Flächen.

35. Schema.

Analog dem graphischen Schema der Gestalten mit pyramidalen, rhomboedrischen und prismatischen Axen in §. 29; lassen sich auch diese mit rhomboedrischen und hemipyramidalen in ein Dreieck zusammenstellen. Zur Ergänzung müssen die drei Formen beigefügt werden, welche keine Hälften haben. In den Winkeln des Dreiecks stehen wieder die Formen von unabänderlichen Abmessungen, zwischen Tetraeder und Hexaeder die Kyproide, zwischen Tetraeder und Granatoid die Deltoeder, zwischen Hexaeder und Granatoid unverändert die Fluoroide. In der Mitte endlich die Borazitoide, zwischen Tetraeder und Fluoroid, zwischen Würfel und Deltoeder, und zwischen Granatoid und Kyproid.

Die Bezeichnungen der Hälften geht auf die ursprünglichen Gestalten zurück. So wird das Tetraeder als Hälfte des Oktaeders durch $\frac{O}{2}$ bezeichnet. Die Kyproide als Hälften der Leuzitoide durch $\frac{nL}{2}$, die zwei Deltoeder als Hälften der Galenoide durch $\frac{nG}{2}$, die Borazitoide als Hälften der Adamantoide durch $\frac{nAm}{2}$. Das Zeichenschema erscheint also, wie folgt:

$$\pm\frac{O}{2}$$

$$\pm\frac{nG}{2} \qquad \pm\frac{nL}{2}$$

$$\pm\frac{nAm}{2}$$

D nF H

36. Die Pyritoide.

Syn. Hexaedrische Pentagonal-Dodekaeder, MOHS. Pyritoeder und Pyritoide, WEISS. Kieszwölfflach, v. RAUMER. Domatische Dodekaeder, dachförmige Zwölfflächner, BREITHAUPT. Zweimalsechsflach, BERNHARDI. Pentagonal-Dodekaeder, HAUSMANN. Pentagon-Dodekaeder, NAUMANN.

Die Pyritoide Fig. 216 und 217 sind von zwölf symmetrischen Fünfecken begrenzt; von denen immer zwei und zwei parallel sind, die Flächen haben einen einzelnen *a*, und zwei Paare gleicher *b*, *b* und *c*, *c* den einzelnen gegenüber liegender Winkel. Von den fünf Seiten sind vier einander gleich, die fünfte *A* liegt dem einzelnen Winkel gegenüber.

Fig. 216.

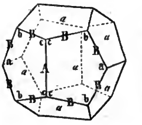
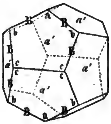


Fig. 217.



Sie haben dreissig Kanten und zwanzig Ecken. Sechs Kanten liegen in den Hexaeder-Flächen. Vierundzwanzig andere vereinigen sich in den gleichwinkligen dreiflächigen Ecken.

Von den zwanzig Ecken sind nur acht gleichwinklig, die übrigen zwölf sind von zwei gleichen an den einzelnen Kanten anliegenden Winkeln, und einem der einzelnen Kante gegenüberliegenden gebildet.

Die rhomboedrischen Axen, vier an der Zahl, gehen durch die gleichwinkligen Ecken, die drei prismatischen durch die Mittelpunkte der einzelnen Kanten.

Die Vergleichung mit den Fluoroiden beweist, dass die Pyritoide Hälften derselben sind, aber nicht so, dass tetraederähnliche Gestalten mit geneigten Flächen daraus hervorgehen, und das Fluoroid gestattet auch diese Zerlegung gar nicht; sondern Hälften mit parallelen Flächen. Jedes Fluoroid entspricht in der Lage seiner Flächen zu gleicher Zeit zwei gleichen und ähnlichen Pyritoiden, welche zusammen genommen erst den Grad der Symmetrie hervorbringen, den jenes allein besitzt.

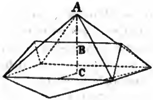
Die Bezeichnung der Pyritoide deutet auf dieses Verhältniss zu den Fluoroiden hin. Um das Vorkommen von parallelflächigen Hälften anstatt geneigtflächiger auszudrücken, wird der Unterschied der beiden Pyritoide durch r e c h t s und l i n k s anstatt durch parallel und umgekehrt dem Ausdrucke für die Hälften beigefügt, so dass $r\frac{nF}{2}$ und $l\frac{nF}{2}$ die Zeichen derselben sind. Wenn man nämlich ein Fluoroid auf einer rhomboedrischen Axe aufrecht stellt, eine Hexaederkante gerade vor sich hin, und die Fläche rechts von dieser Kante, nebst den abwechselnden vergrössert, bis sie den Raum begränzen, so resultirt ein rechtes Pyritoid; nimmt man die Flächen links von der Kante, und die abwechselnden, so erhält man ein linkes Pyritoid.

In Mohs Grundriss sind drei, bei G. Rose noch ein viertes Pyritoid aufgezählt. Ihre Abmessungen sind:

	Ebene Winkel			Kantenwinkel	
	a	*b*	*c*	*A*	*B*
$\frac{\frac{3}{2}F}{2}$	102°35′40″	108°24′30″	110°17′40″	112°37′12″	117°29′11″

	Ebene Winkel			Kantenwinkel	
	a	*b*	*c*	*A*	*B*
$\frac{\frac{1}{2}F}{2}$	121°35′18″	106°36′ 2″	102°36′19″	126°52′12″	113°34′41″
$\frac{\frac{1}{3}F}{2}$	141°16′50″	103°20′33″	96° 1′ 2″	143° 7′48″	107°27′27″
$\frac{\frac{3}{4}F}{2}$				106°16′	118°41′

Fig. 218.



Der Winkel *A* ist der charakteristische, an dem die linearen Verhältnisse der Pyritoide am leichtesten erkannt werden. Es ist nämlich für das Granatoid Fig. 218

die Linie $AC = 1$

für die Pyritoide $\frac{\frac{3}{4}F}{2}$ „ „ $BC = \frac{3}{4}$

$\frac{\frac{2}{3}F}{2}$ „ „ $BC = \frac{2}{3}$

$\frac{\frac{1}{2}F}{2}$ „ „ $BC = \frac{1}{2}$

$\frac{\frac{1}{3}F}{2}$ „ „ $BC = \frac{1}{3}$

Das Pyritoid $\frac{\frac{1}{2}F}{2}$ ist besonders häufig am Schwefelkies und Glanzkobalt, kommt auch selbstständig vor, sowie an ersterer Spezies auch $\frac{\frac{2}{3}F}{2}$; $\frac{\frac{1}{3}F}{2}$ ist am Glanzkobalt, $\frac{\frac{3}{4}F}{2}$ am Schwefelkies beobachtet worden. Die gewöhnlichste Varietät $\frac{\frac{1}{2}F}{2}$ ist von WEISS Pyritoeder genannt worden, alle übrigen Pyritoide. Der letztere Ausdruck ist hier in allgemeinerer Geltung angenommen.

37. Die Diploide.

Syn. Dreikantige Tetragonal-Ikositetraeder, Mohs. Gebrochene Pentagondodekaeder, gebrochene Pyritoeder, Weiss. Kiesvierundzwanzigflach, v. Raumer. Heterogonale Ikositesseraeder, ungleichwinklige Vierundzwanzigflächner, Breithaupt. Trapezoidvierundzwanzigflach, Bernhardi. Dyakisdodekaeder, Naumann.

Fig. 219.

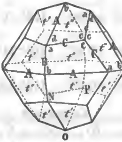
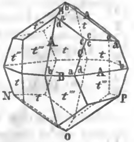


Fig. 220.



Die Diploide Fig. 219 und 220 haben das Ansehen von Pyritoiden, deren Flächen nach der Senkrechten, welche den einzelnen Winkel mit der Mitte der einzelnen Kanten verbindet, in zwei Flächen getheilt sind. Sie sind von vierundzwanzig Trapezoiden begrenzt, haben achtundvierzig Kanten und sechsundzwanzig Ecken. Die zwölf längsten und die zwölf kürzesten Kanten verbinden die gleichwinkligen, und die ungleichwinkligen vierflächigen Ecken. Alle vierflächigen Ecken sind ungleichkantig, aber die gleichwinkligen haben nur zweierlei, die ungleichwinkligen dreierlei Kanten.

Die rhomboedrischen Axen, vier an der Zahl, gehen durch die dreiflächigen Ecken, die drei prismatischen durch die gleichwinkligen vierflächigen.

Sowie die Pyritoide mit den Fluoroiden, so hängen die Diploide mit den Adamantoiden zusammen. Jedes Adamantoid entspricht in der Lage seiner Flächen zu gleicher Zeit zwei gleichen und ähnlichen Diploiden, welche zusammen genommen erst den Grad der Symmetrie hervorbringen, den jenes allein besitzt.

Die Bezeichnung drückt dieses Verhältniss aus. Sowie bei den Pyritoiden wird hier der Unterschied der Stellung durch r e c h t s und l i n k s angedeutet. So bezeichnet $r\frac{nAm}{2}$ und $l\frac{nAm}{2}$ die rechte und die linke Hälfte desselben Adamantoides, oder das rechte und das linke Diploid.

Die Winkel der drei am Schwefelkies bekannten Varietäten sind folgende, und zwar die ebenen Winkel *a*, *b*, *c* und *d*, die Flächenwinkel *A*, *B*, *C*; und *D* die Neigung der beiden längsten Kanten, welche die Lage der senkrechten Linie, auf den Flächen der Pyritoide haben, gegeneinander.

Ebene Winkel

	a	*b*	*c*	*d*
$\frac{\frac{2}{3}A\frac{1}{3}}{2}$	106° 59′ 7″	79° 53′ 50″	116° 6′ 13″	57° 0′ 50″
$\frac{\frac{3}{5}A\frac{1}{2}}{2}$	104° 38′ 25″	84° 12′ 32″	113° 21′ 46″	57° 47′ 17″
$\frac{\frac{1}{2}A\frac{1}{3}}{2}$	96° 13′ 37″	83° 46′ 23″	113° 34′ 41″	66° 25′ 19″

Kantenwinkel

	A	*B*	*C*	*D*
$\frac{\frac{2}{3}A\frac{1}{3}}{2}$	148° 59′ 50″	115° 22′ 37″	141° 47′ 12″	112° 37′ 12″
$\frac{\frac{3}{5}A\frac{1}{2}}{2}$	160° 32′ 13″	118° 59′ 9″	131° 4′ 57″	118° 4′ 10″
$\frac{\frac{1}{2}A\frac{1}{3}}{2}$	154° 47′ 28″	128° 14′ 48″	131° 48′ 37″	126° 52′ 12″

Die erste Varietät kömmt auch bei dem Kobaltglanz vor. Die erste Varietät der Diploide ist die Hälfte des Adamantoides, $\frac{2}{3}A\frac{1}{3}$ sein Zeichen, also rl $\frac{\frac{2}{3}A\frac{1}{3}}{2}$. Die dritte Varietät ist die Hälfte des Adamantoides $\frac{1}{2}A\frac{1}{3}$, also rl $\frac{\frac{1}{2}A\frac{1}{3}}{2}$. Diese Diploide $\frac{\frac{2}{3}A\frac{1}{3}}{2}$ und $\frac{\frac{1}{2}A\frac{1}{3}}{2}$ finden sich, wenn gleich selten, selbstständig am Schwefelkies, von den ersteren beide Stellungen r $\frac{\frac{2}{3}A\frac{1}{3}}{2}$ und l $\frac{\frac{2}{3}A\frac{1}{3}}{2}$ in den Combinationen.

Der Name Diploid für diesen Körper zeigt nicht eine Beziehung auf das Mineral, an dem sie vorkommen, denn dafür waren die Pyritoide mehr geeignet. Der Name Diploid deutet auf die eigenthümliche Zusammenordnung der Oberfläche aus drei

Paaren doppelter Flächenpaare. Er ist gewissermassen ein kürzerer Ausdruck für das von GLOCKER vorgeschlagene Diplopyritoeder.

38. SCHEMA.

Sowie früher bei dem graphischen Schema, das die Hälften, welche einen tetraederähnlichen Haupttypns besitzen, darstellt, so findet auch bei den pyritoidischen Hälften dieselbe Analogie statt, und sie lassen sich ebenfalls im Dreieck aufstellen.

Die Adamantoide in der Mitte des Schemas haben Hälften von zweierlei Art, die Borazitoide in §. 34 durch $\pm \frac{mAn}{2}$ bezeichnet und die Diploide durch $ri\frac{mAn}{2}$ ausgedrückt. In dem Schema der pyritoidischen Hälften stehen wie in dem früheren die Gestalten von unveränderlichen Abmessungen in den Winkeln des Dreieckes, nur ist hier die Gestalt zwischen Hexaeder und Granatoid verändert, während bei den tetraedrischen Hälften es die Gestalt zwischen Hexaeder und Oktaeder, und zwischen Oktaeder und Granatoid waren. Das Dipioid steht zwischen Hexaeder und Galenoid, zwischen Oktaeder und Pyritoid, und zwischen Granatoid und Leuzitoid.

Durch die Bezeichnung wird das graphische Schema folgender Gestalt repräsentirt:

O

nG nL

$ri\frac{mAn}{2}$

D $ri\frac{nF}{2}$ H

39. ANDERE VIELAXIGE KÖRPER.

Andere einfache vielaxige Körper als die vorhergehenden treffen wir an den Mineralien nicht an. Es gibt indessen noch einige Körper, die manche den vorhergehenden analoge Eigen-

schaften besitzen, und die es interessant ist, gewissermassen als Erläuterung zu denselben in Kürze zu betrachten. Sie sind:

1. Die oben bei der Zerlegung der Formen erwähnten Gyroide und Tetartoide, von MOHS Pentagonal-Ikositetraeder, und tetraedrische Pentagonal-Dodekaeder genannt; und

2. Das System von Formen, welches ebenso mit dem regelmässigen Dodekaeder und Ikosaeder der Geometrie im Zusammenhange steht, wie die im Vorhergehenden betrachteten Formen mit dem Hexaeder und Oktaeder.

1. Die Gyroide.

Die Gyroide Fig. 201 und 202 resultiren aus der Vergrösserung der abwechselnden Flächen der Adamantoide, ebenso wie die Vergrösserung von Flächenpaaren Diploide, und die Vergrösserung von sechszähligen Flächensystemen Borazitoide liefert. Sie haben keine parallelen Flächen, keine tetraederähnliche Gestalt, und bloss rhomboedrische und pyramidale Axen. Sie unterscheiden sich absolut durch die Stellung ihrer Theile nach rechts und links.

2. Die Tetartoide.

Die Borazitoide zerfallen durch Vergrösserung ihrer abwechselnden Flächen, und die Diploide und Gyroide durch Vergrösserung der abwechselnden dreizähligen Flächensysteme in die Tetartoide Fig. 203 und 204, 205 und 206, deren es natürlich vier gibt, rechts und links, und von jedem aufrecht und umgekehrt. Sie haben nur mehr die vier rhomboedrischen Axen.

3. Die dodekaedrischen Gestalten.

Die mit dem Dodekaeder in Verbindung stehenden Formen besitzen sechs dodekaedrische Axen, in deren Schnitte regelmässige Fünfecke verzeichnet werden können, zehn rhomboedrische Axen und fünfzehn prismatische. Die Nomenklatur derselben ist geometrisch wie die der vielaxigen Gestalten von MOHS.

1. Dodekaeder. 2. Ikosaeder. 3. Triakontaeder. 4. Dodekaedrisches Trigonal-Hexakontaeder. 5. Ikosaedrisches Trigonal-Hexakontaeder. 6. Tetragonal-Hexakontaeder. 7. Hekatoniko-

saeder. Letzteres kann wie das Adamantoid in zwei gyroidische Hälften zerlegt werden; nämlich in Pentagonal-Hexakontaeder.

Das Schema der Formen, welche mit dem Dodekaeder der Geometrie zusammenhängen, zeigt ihre Flächen-, Kanten- und Winkelverhältnisse am anschaulichsten. Sie sind:

Icosaeder.

Ikosaedrisches Trigonal-Hexakontaeder. — Hexatonikosaeder. — Dodekaedrisches Trigonal-Hexakontaeder.

Triakontaeder. — Tetragonal-Hexakontaeder. — Dodekaeder.

Wir übergehen aber hier die nähere Betrachtung sowohl der einen als der anderen von diesen Körpern, weil sie, obwohl manche interessante Analogie zeigend, sich nicht auf das Vorkommen in der Natur beziehen.

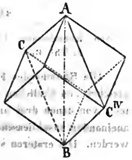
II. Die einaxigen Gestalten.

40. Analogie der vielaxigen mit den einaxigen Gestalten.

Die Betrachtungen, welche im vorhergehenden §. 30 nebst den sieben den höchsten Grad von Symmetrie besitzenden Formen, als in denselben bereits wirklich enthalten, entdecken lassen, beruhen darauf, dass man, nach gewissen Voraussetzungen, Theile der Formen nur als symmetrisch unähnlich annimmt, während doch die Existenz mehrerer Axen unverändert beibehalten wird, und unter diesen Voraussetzungen die Formen zerlegt.

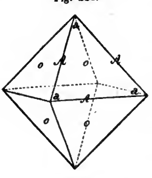
Es lässt sich aber auch annehmen, dass bei den vielaxigen Formen abwechselnd eine der Axen als eine absolute Hauptaxe betrachtet wird, zu dem Zwecke, um zu untersuchen, wohin die auf eine solche Hypothese gegründete Zerlegung führt.

Fig. 221.



Stellen wir das Hexaeder auf eine rhomboedrische Axe aufrecht Fig. 221, und betrachten diese als Hauptaxe, so nehmen alle Theile der Form eine gänzlich mit den gleichnamigen Theilen an den Rhomboedern übereinstimmende Lage an. Diess ist die erste Analogie, welche wir zu untersuchen haben. Sie leitet auf alle

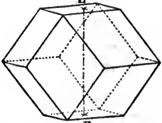
Fig. 222.



diejenigen Formen, welche e i n e rhomboedrische Hauptaxe besitzen.

Die zweite Fig. 222 bietet eine pyramidale Axe des Oktaeders als Hauptaxe betrachtet. Sie führt zuerst zu den Pyramiden, und gibt Veranlassung alle diejenigen Formen anzureihen, die e i n e pyramidale und in ihrem Gefolge auch die, welche e i n e hemipyramidale Hauptaxe besitzen.

Fig. 223.



Eine dritte Analogie Fig. 223, wobei man eine prismatische Axe des Granatoides ebenfalls als Hauptaxe betrachtet, führt unmittelbar auf die Orthotype, doch reihen sich diese natürlicher an die Pyramiden an, und es ist daher anschaulicher, die Verhältnisse derselben auch mit den Verhältnissen der Pyramiden zu vergleichen.

Von den Orthotypen leiten gleiche Analogien ungezwungen zu den Augitoiden, und von diesen zu den Anorthoiden, mit allen denjenigen Formen, welche gleiche Art und Anzahl der Axen, und dadurch ausgedrückte Grade der Symmetrie besitzen.

41. Die Rhomboeder.

Syn. Rhomboeder, Rautenflächner, Weiss. Achteckige Hexaeder, z. Thl. Bernhardi. Rautenflach, v. Raumer.

Die Rhomboeder Fig. 224, 225, 226 und 227 sind von sechs gleichen und ähnlichen Rhomben begrenzt. Sie haben zwölf Kanten, von denen drei und drei gleiche *xxx* und *xxx*, durch sechs aneinander anschliessende *y, y, y, y, y, y*, ebenfalls gleiche getrennt werden. Die ersteren sind die Axenkanten, die letzteren die Sei-

Fig. 224.

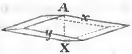


Fig. 225.

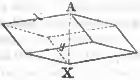


Fig. 226.

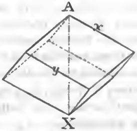
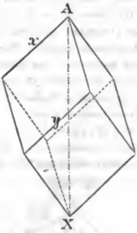


Fig. 227.



tenkanten. Je zwei ungleiche x und y ergänzen sich in den Winkeln zu 180°.

Die Rhomboeder besitzen acht Ecken, zwei derselben werden von gleichen ebenen Winkeln und gleichen Kanten gebildet. Sind diese Winkel grösser als 90°, so wird das Rhomboeder ein *stumpfes* oder *flaches* genannt, sind sie kleiner, so heisst es ein *spitzes* oder *scharfes*. Die von gleichen Kanten gebildeten Ecken werden *Spitzen* genannt, es kann daher scharfe und stumpfe Spitzen geben. Man hat sie wohl auch Pole genannt. Die von ungleichen Winkeln gebildeten sind die Seitenecken oder *Ecken* des Rhomboeders schlechtweg.

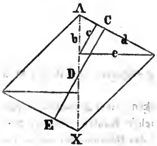
Die Rhomboeder besitzen *eine Hauptaxe*, welche durch die Spitzen geht. Von dem Rhomboeder ist die Benennung der *rhomboedrischen* Axen entlehnt, welche auch bei denjenigen Formen beibehalten wird, welche nicht Rhomboeder sind, eine Benennung, die sich auch auf die Schnitte, welche senkrecht auf diesen Axen stehen, und die Ecken, welche sie verbinden, ausgedehnt wird.

2. Die Linien, welche die Spitzen der Rhomboeder mit den gegenüberliegenden Ecken verbinden, sind die geneigten Diagonalen desselben, die horizontalen Diagonalen verbinden zwei Ecken der Gestalt.

Die Schnitte durch drei Ecken der Rhomboeder sind gleichseitige Dreiecke, auch alle diesen parallele Schnitte, welche nur die Axenkanten treffen. Werden die Seitenkanten von parallelen Ebenen geschnitten, so nimmt der Schnitt die Figur eines gleichwinkligen Sechseckes an. Durch die Mitte der Gestalt erhält man ein regelmässiges Sechseck, und diess wird der Querschnitt des Rhomboeders genannt.

Die Hauptschnitte der Rhomboeder gehen je durch zwei parallele Axenkanten und die anliegenden geneigten Diagonalen. Sie besitzen die Figur von Rhomboiden. Die Schnitte senkrecht auf die Axenkanten sind Rhomben, die gleichgeneigten parallel den Axenkanten Rechtecke, die gleichgeneigten parallel den Seitenkanten Rhomboiden.

Fig. 228.



In dem Hauptschnitt Fig. 228 theilen die Durchschnitte desselben mit den rhomboedrischen Schnitten durch die Ecken des Rhomboeders, die Axe AX in drei gleiche Theile.

Die horizontale Projektion des Rhomboeders ist ein regelmässiges Sechseck, und zwar dasjenige, welches um den Querschnitt herum beschrieben werden kann.

3. Das krystallographische Zeichen eines Rhomboeders im Allgemeinen ist R. Die Abmessungen senkrecht auf die rhomboedrische Hauptaxe sind konstant, die Seite der horizontalen Projektion wird $=1$ angenommen, und dadurch die Länge der horizontalen Diagonale auf $=\sqrt{3}$ bestimmt.

In der Richtung der Axe tritt die veränderliche Grösse der Axe ein, welche $=a$ gesetzt wird. Setzen wir die Axenkante $=x$, so ist

$$\cos x = \frac{2a^2-9}{4a^2+9}.$$

Man leitet die Formel aus nachfolgenden Betrachtungen ab:

Der Cosinus der Axenkanten wird durch das Verhältniss der Linie CE zur horizontalen Diagonale $= \sqrt{3}$ bestimmt, denn diese beiden Linien sind die Diagonalen des rhombischen Schnittes senkrecht auf die Axenkanten.

Nun ist $CE = 2CD$, welches selbst $= \frac{3}{2}c$, also $CE = 3c$ ist. Zur Bestimmung von c haben wir aber die Proportion

$$c : b = e : d = 1 : \sqrt{(1 + b^2)}$$

$$c : \frac{a}{3} = 1 : \sqrt{\left[1 + \frac{a^2}{9}\right]}$$

$$c = \sqrt{\frac{a^2}{a^2 + 9}}$$

Nach gehöriger Substitution folgt die Formel wie oben.

Um aus dem gemessenen Winkel x, und seinem in den Tafeln enthaltenem Cosinus die Axe zu finden, dient die obige Formel umgekehrt $a = \sqrt{\frac{9\,(1 + \cos x)}{2(1 - 2\cos x)}}$.

Man habe zum Beispiel am Kalkspath $x = 105°5'$ beobachtet. In den Logarithmentafeln ist

$\log\cos 105°5' = 9.41535$, dazu der Cosinus negativ $= -0.2602$, also

$$a = \sqrt{\frac{9\,(1 - 0{,}2602)}{2(1 + 2 \times 0{,}2602)}}$$

$$a = \sqrt{\frac{9 \times 0{,}7398}{2 \times 1{,}5204}}$$

Von dem Logarithmus des Zählers 0,95424

0,86911 − 1

0,82335

den Logarithmus des Nenners 0,30103

0,18196

0,48299

abgezogen lässt 0,34036

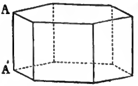
als den Logarithmus des Quadrats von $\sqrt{2.1895}$, den Werth der Axe des Rhomboeders R bei dieser Spezies, welcher zu suchen war.

Für die ebenen Winkel der Rhomboederflächen α an der Spitze dieser Gestalt, gilt die Formel

$$\cos\alpha = \frac{2a^2 - 9}{2(a^2 + 9)}.$$

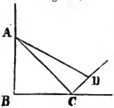
4. Um ein Rhomboeder mit seiner rhomboedrischen Axe aufrecht zu zeichnen bedienen wir uns der Figur 229, welche ein regelmässiges sechsseitiges Prisma vorstellt, dessen Seitenflächen Quadrate sind. Da PE Fig. 138. $= 1$, so ist auch $AA' = 1$. Die Axe des Rhomboeders hat aber eine im Vergleiche zu dieser Grösse bekannte und gegebene Länge, so das Rhomboeder des Kalkspathes die Länge $\sqrt{2{,}1895}$ oder 1,48.

Fig. 229.



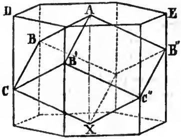
Quadratwurzelgrössen lassen sich mit hinlänglicher Genauigkeit zum Behufe einer Zeichnung aus höchstens zwei rechtwinkeligen Dreiecken bestimmen. Die Axe des Kalkspathes möge als Beispiel dienen. Mit der gegebenen Einheit $AB = AA'$ Fig. 229 der Höhe des quadratflächigen sechsseitigen Prismas verzeichne man ein gleichschenkliges rechtwinkeliges Dreieck ABC Fig. 230, da $AB = BC = 1$, so ist $AC = \sqrt{2}$. Nun schreibe man den Werth der Axe $a = \sqrt{2.1895}$, so $\sqrt{(2.0 + 0.1895)}$, oder da 0.1895 zwischen $(0.4)^2$ und $(0.5)^2$ liegt, so genau man will durch Proportionalzahlen $\sqrt{(2.0 + (0.431)^2)}$. Macht man daher $CD = 0.43\,AB$, so ist die neue Hypotenuse AD so nahe gleich der gesuchten Linie, nämlich $\sqrt{2.1849}$, dass man sie ohne Fehler dafür nehmen kann.

Fig. 230.



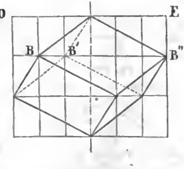
Mit dieser Länge wird nun das regelmässige sechsseitige Prisma Fig. 231 vollendet, seine Längenkanten in Drittel vermitteist der Bestimmung der Punkte $BB'B''\,CC'C''$ getheilt, die Mittelpunkte der Sechsecke A und X angezeigt, und endlich das Rhomboeder eingeschrieben.

Fig. 231.



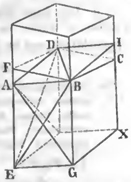
Haüy und Naumann haben für Zeichnungen mancher rhomboedrischer Gestalten eine Stellung gewählt, bei der die Endfläche des Prismas, *ED* als Linie erscheint Fig. 232. Die Ausführung genauer Zeichnungen wird dadurch, weil gleichartige Ecken in eine Horizontallinie fallen, wie *BB'B''* sehr erleichtert; doch vermisst man bei solchen Zeichnungen ungerne das Erscheinen jener Fläche selbst.

Fig. 232.



Um ein Rhomboeder aus Holz zu schneiden wird ein Stab mit den erforderlichen Winkeln gehobelt. Die senkrechte Fläche *FBCD* Fig. 233 durch rechtwinklige Linien aufgetragen. Die Länge *DB*, als horizontale Diagonale, trägt man nach *E*, wodurch *DEB* als einer der dreiseitigen Schnitte durch die Ecken des Rhomboeders bestimmt wird. Perpendikel in der Mitte von *BD* und *EB* errichtet, bestimmen die Punkte *A*, *G* und *H*, denen endlich *I* und *X* gegenüber liegen, *I* eben so hoch über *C* als *A* unter *F*. Die Axe des stumpfen Rhomboeders in dem Beispiele geht durch die Punkte *A* und *X*.

Fig. 233.



5. Viele Species des Mineralreichs bieten diese Form, doch meistens nur kombinirt mit andern Formen. Selbstständig erscheint sie am Kalkspath vorzüglich mit Axenkanten von 134° 57′ Fig. 234, wie zu Joachimsthal in Böhmen; von 105° 5′ Fig. 235, bei Prag; von 78° 51′ Fig. 236, zu Hüttenberg in Kärnthen, von 65° 50′, zu Leogang in Salzburg und andere. Der Dolomit in Rhomboedern von 106° 15′, Breunnerit 107° 22′, beide am Greiner im Zillerthal in Tyrol. Ankerit 106° 12′ zu Dienten in Salzburg, Mesitin 107° 14′ zu Traversella in Piemont, Rothmangan

Fig. 234.

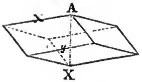


Fig. 235.

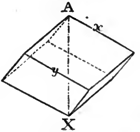
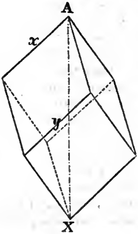


Fig. 236.



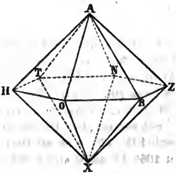
106° 51′ zu Nagyág in Siebenbürgen. Spatheisenstein 107° zu Neudorf am Harz. Chabasit 94° 46′ auf den Färoer Inseln, Eisenglanz 85° 58′ zu Altenberg in Sachsen.

6. Der Name Rhomboeder bezieht sich auf die Form der Flächen, er wurde von Weiss statt des Haüy'schen *„Rhomboide“* vorgeschlagen und ist allgemein im Gebrauche.

42. Die Quarzoide.

Syn. Gleichkantige sechsseitige Pyramiden. Mohs. Hexagonale Pyramiden. Sechsgliedrige Doppelpyramiden, Dihexaeder, Quarzoide, Weiss. Hexagonale Pyramidoeder; hexagonale Pyramidenflächner, Breithaupt. Achteckige Dodekaeder, z. Thl., Bernhardi. Bipyramidal-Dodekaeder, Hausmann.

Fig. 237.



1. Die Quarzoide Fig. 237 sind von zwölf gleichschenkligen Dreiecken begrenzt, die in zwei sechszähligen Flächensystemen geordnet sind. Sie haben achtzehn Kanten und acht Ecken.

Zwei von den Ecken sind sechszählig und heissen **Spitzen**. Die sechs **Ecken** sind vierflächig. Die zwölf **Axenkanten** vereinigen sich in den zwei Spitzen und haben eine geneigte Lage.

Die sechs **Seitenkanten** zwischen den Ecken sind horizontal, und stellen die **Basis** zweier einfacher Pyramiden der Geometrie vor, die sich in derselben vereinigen.

Die Quarzoide sind um desto **stumpfer** oder **flacher** je mehr sich ihre ebenen Winkel an der Spitze 60°, die Axenkanten 180° nähern, um desto **schärfer** oder **spitzer** je mehr diese Grössen sich 0° und 120° nähern.

Die rhomboedrische Hauptaxe AX geht durch die Spitzen der Gestalt. Durch die Ecken HZ, ON und RT, so wie durch die Mittelpunkte der Seitenkanten, IS, KU und LV gehen prismatische Nebenaxen.

2. Die Schnitte durch die Seitenkanten, die **Querschnitte**, sind, so wie alle diesen parallele, regelmässige Sechsecke, daher rhomboedrisch. Die Schnitte durch die Axenkanten, die **Hauptschnitte**, sind Rhomben, so wie auch die Schnitte durch die Spitzen und durch die Mittelpunkte der Seitenkanten. In diesen sechs Richtungen, parallel den andern Schnitten, erhält man prismatische Schnitte.

Die horizontale Projektion der Quarzoide ist ein regelmässiges Sechseck gleich dem Querschnitte.

3. Das allgemeine krystallographische Zeichen eines Quarzoides ist Q. Die Seite der horizontalen Projektion wird gleich 1 angenommen. Es sei die Axenkante gleich x, die Seitenkante $= z$, die Axe $= a$, so gelten die Formeln

$$\cos x = -\left[\frac{a^2+6}{2a^2+6}\right] \text{ und } \cos z = -\left[\frac{a^2-3}{a^2+3}\right]$$

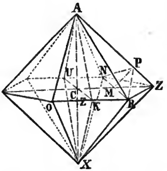
Die abwechselnden Axenkanten eines jeden Quarzoides besitzen die Lage der Axenkanten eines Rhomboeders; die Hälfte der Axe des Quarzoides ist dann gleich gross mit einem Drittel der Axe des Rhomboeders. Durch Substitution von $\frac{2}{3}a$ statt a in den obigen Formeln erhält man die folgenden, welche auf die Axe eines solchen zugehörigen Rhomboeders bezogen sind:

$$\cos x = -\left[\frac{2a^2+27}{4a^2+27}\right]; \quad \cos z = -\left[\frac{4a^2-27}{4a^2+27}\right]$$

ferner durch Umkehrung der letzteren

$$a^2 = \frac{27}{4} \times \frac{1-\cos z}{1+\cos z}.$$

Fig. 238.



Man findet die Formeln aus folgenden Betrachtungen. Der Winkel z der Kante an der Basis ist unmittelbar gegeben, da man in dem Rhombus $AKUZ$ Fig. 238 beide Diagonalen kennt, die Axe $AX = a$ und die Linie UK, welche sich zu OR verhält wie $\sqrt{3} : 1$.

Für die Axenkante zieht man $NR = \sqrt{3}$. Aus dem Durchschnittspunkte M zieht man MP senkrecht auf AZ. Die Länge MP ist bestimmt aus den rechtwinkligen ähnlichen Dreiecken MPZ und ACZ, die Linien NR und $2MP$ geben aber einen Rhombus für den wieder die Formel gilt $\cos\alpha = \dfrac{a^2 - b^2}{a^2 + b^2}$ wie vorher.

4. Die Zeichnung eines Quarzoides ist leicht aus der Figur 231 abgeleitet, da man nur den Mittelpunkt des regelmässigen sechsseitigen Querschnittes zu bestimmen, von da die halbe Axe hinauf, die halbe hinab aufzutragen und die beiden Punkte mit den sechs Ecken zu verbinden hat.

Die Modellirung aus Holz geschieht aus einem regelmässigen sechsseitigen Stabe, an dem man die Zuspitzung in der That anbringt.

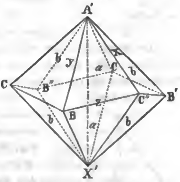
5. Ausgezeichnet kommt diese Form am Quarze vor, mit Axenkanten von 133° 44′ und Seitenkanten von 103° 35′. Sie findet sich selbstständig z. B. eingewachsen im Porphyr zu Vöröspatak in Siebenbürgen. Auch andere Quarzoide, doch nur mit den abwechselnden Flächen, kommen beim Quarz in Combination vor. In Combination finden sich die Quarzoide häufig und ausgezeichnet am Apatit, Pyromorphit, Gmelinit, Davyn, Korund, Smaragd, Eisenglanz.

6. Der Name Quarzoid erinnert an das vorzugsweise Vorkommen am Quarz.

43. Die Skalenoeder.

Syn. **Ungleichkantige sechsseitige Pyramiden, Mohs. Drei und Dreikantner, Weiss. Kalkpyramiden, v. Raumer. Dihexagonale Skalenoeder, Breithaupt. Hexagonale Skalenoeder, Naumann. Bipyramiden, Hausmann.**

Fig. 239.



1. Die Skalenoeder Fig. 239 sind von zwölf ungleichseitigen Dreiecken begrenzt. Sie sind in Flächenpaare, diese wieder in zwei sechszählige Flächensysteme versammelt.

Sie haben achtzehn Kanten und acht Ecken wie die Quarzoide. Die zwölf Axenkanten *x*, *y*... sind gegen die Axe geneigt und abwechselnd flacher und stumpfer. Die sechs Seitenkanten *z* besitzen die zickzackartige Lage der Seitenkanten eines Rhomboeders.

Die zwei einzelnen sechsflächigen Ecken sind die Spitzen der Skalenoeder, sie sind von gleichen ebenen Winkeln aber von zweierlei Kanten gebildet. In den Ecken laufen dreierlei Kanten *x*, *y* und *z* zusammen. Die stumpferen Kanten der oberen Spitze treffen mit den schärferen Kanten der unteren Spitzen und umgekehrt zusammen. Skalenoeder sind wie die vorhergehenden Gestalten stumpfer oder spitziger, je mehr sich entweder die Flächen dem Zusammenfallen in einer einzigen horizontalen nähern oder sich davon entfernen.

2. Die Linie, welche die Spitzen verbindet, ist die rhomboedrische Hauptaxe oder Axe des Skalenoeders. Die Schnitte senkrecht auf dieselbe sind symmetrische Sechsecke Fig. 240. Diejenigen, welche gleichweit von der obern und untern Spitze liegen, befinden sich in verwendeter Stellung. Der Querschnitt durch den

Fig. 240.

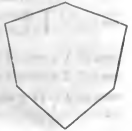
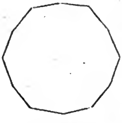


Fig. 241.

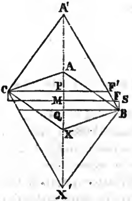


Mittelpunkt der Gestalt und der Kante z ist ein symmetrisches Zwölfeck Fig. 241, die Hauptschnitte sind Rhomboiden $A'BX'C$ u. s. w.; sie gehen durch je zwei stumpfe und zwei scharfe Axenkanten und schliessen mit einander Winkel von 60° und 120° ein.

Die horizontale Projektion ist ein regelmässiges Sechseck.

Die Symmetrie der Skalenoeder stimmt vollkommen mit der der Rhomboeder überein, das krystallographische Zeichen eines Skalenoeders ist im Allgemeinen Sm.

Fig. 242.



Für die Formeln zur Berechnung der Winkel nimmt man die Seite der horizontalen Projektion = 1, CP oder BQ Fig. 242; die Axe des Skalenoeders = $A'X' = mAX = ma$, wo a die Axe des Rhomboeders bedeutet, dessen Seitenkanten in ihrer Lage mit den Seitenkanten des Skalenoeders übereinstimmen; m ist die Verhältnisszahl der Axe des Skalenoeders zu dieser Linie. Die schärferen Axenkanten heissen x, die stumpferen y, die Seitenkanten z. Folgende Formeln finden statt.

$$\cos y = -\left[\frac{3(m^2+6m-1)a^2+18}{2[(3m^2+1)a^2+9]}\right]$$

$$\cos x = -\left[\frac{3(m^2-6m-1)a^2+18}{2[(3m^2+1)a^2+9]}\right]$$

$$\cos z = -\left[\frac{(3m^2-1)a^2-9}{(3m^2+1)a^2+9}\right]$$

$$\cos y = 1+\cos x+\cos z-2\sqrt{[(1+\cos x)(1-\cos z)]}$$

$$\cos x = 1+\cos y+\cos z-2\sqrt{[(1+\cos y)(1-\cos z)]}$$

$$\cos z = 1-(1+\cos y+\cos z+2\sqrt{[(1+\cos y)(1+\cos x)]})$$

4. Die Zeichnung der Skalenoeder setzt die eines Rhomboeders voraus. Man trägt auf der verlängerten Axe von der Spitze des letzteren wie A und X Fig. 231 gleiche Stücke hinauf und hinab und verbindet sie durch gerade Linien.

Das Modelliren in Holz geschieht aus einem sechsseitigen Stabe.

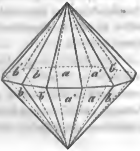
5. Skalenoeder kommen selbstständig bisher nur am Kalkspathe vor, und zwar vornehmlich dasjenige, dessen $m = 3$, dessen Axe also dreimal so lang ist als die des Rhomboeders von 105°5′, mit welchem es gleichgelegene Seitenkanten hat. Seine Kantenwinkel x, y und z sind 104°38′, 144°24′, 132°58′. Es kommt in Derbyshire in England, in Moldova im Banate u. s. w. vor. Das Skalenoeder, dessen $m = 11$, mit eilffacher Axenlänge, dessen Winkel = 114°24′, 126°26′, 166′28′, habe ich in ALLAN's Sammlung in Edinburgh in sehr vollkommen ausgebildeten Krystallen von den Faroer-Inseln beobachtet. Andere Skalenoeder kommen in Kombination an diesem Minerale vor. Ebenso erscheinen sie auch am Rothmangan, am Turmalin, am Eisenglanz, am Rothgiltigerz.

6. Von den älteren Mineralogen wurde diese Form Schweinszähne, Hundszähne, *dents de cochon*, *de chien*, der englische Kalkspath *dog tooth spar* genannt. Der nun allgemein angenommene Name Skalenoeder bezieht sich auf die ungleichseitigen Dreiecke, welche die Form begrenzen.

44. DIE BERYLLOIDE.

Syn. Dipyramiden, MOHS. Sechs- und Sechskantner, Didodekaeder, Sechs- und sechskantige Doppelpyramiden, WEISS. Dihexagonale Pyramidoeder, BREITHAUPT. Dihexagonale Pyramiden, NAUMANN. Doppelt-zwölfseitige Pyramiden, HAUSMANN.

Fig. 243.



1. Die Berylloide Fig. 243 sind von vierundzwanzig ungleichseitigen Dreiecken begrenzt, die in zwei zwölfzählige Flächensysteme paarweise gruppirt erscheinen. Sie haben sechsunddreissig Kanten und vierzehn Ecken. Zwei der letzteren bilden die zwölfflächigen **Spitzen**, die übrigen **Ecken** sind vierflächig, und liegen in einer

Ebene. Die in den Spitzen zusammenlaufenden Axenkanten sind zu sechs einander gleich, von einer und der andern Spitze treffen die gleichen aufeinander, die schärferen auf die schärferen, die stumpferen auf die stumpferen. Die Ecken werden durch die Seitenkanten mit einander verbunden.

2. Durch die Spitzen geht die Hauptaxe der Gestalt, eine rhomboedrische Axe; die Schnitte senkrecht auf dieselbe sind sämmtlich symmetrische Zwölfecke, deren grösster, der Querschnitt, die Base dieses Berylloides ist. Diese Form hat zweierlei Hauptschnitte, beide Rhomben, aber von ungleichen Winkeln, welche durch vier stumpfere, oder vier schärfere Axenkanten gehen. Die Ebenen derselben schliessen Winkel von 150° ein; parallel denselben erhält man prismatische Schnitte, daher in sechs verschiedenen Richtungen auch prismatische Axen, welche durch die Ecken der Berylloide gehen.

Die horizontale Projektion ist ein symmetrisches Zwölfeck, gleich und ähnlich dem Querschnitt.

Die Symmetrie der Berylloide stimmt absolut mit der der Quarzoide überein. Die Berylloide werden durch Bm bezeichnet.

3. Die Lage der einzelnen Flächen an den Berylloiden stimmt mit der von zwei Skalenoedern überein, die in verwendeter Stellung gegen einander betrachtet werden. Es ist daher nicht unumgänglich nothwendig, für dieselben eigene Formeln zu entwerfen.

4. Auch für die Zeichnung und Modellirung bedient man sich der nämlichen Betrachtung. Hat man ein Skalenoeder gezeichnet, so füge man demselben ein zweites in verwendeter Stellung bei, und trage die Durchschnitte in Linien auf, wie Fig. 245.

5. Vollflächig erscheinen die Berylloide wohl nur an dem rhomboedrischen Smaragd, Mohs, dem Smaragd und Beryll, und selbst da nur in Kombinationen; von dem letzteren wird hier der Name gebildet.

Der Apatit zeigt die Flächen hemiedrisch, so dass die abwechselnden Flächen der oberen, die parallelen Flächen der unteren Spitze, also analog der pyritoidischen Zerlegung vielaxiger Formen, doch nur in Combination, erscheinen. Allein bis zum Umschluss vergrössert, begrenzen sie ein Quarzoid

Die hemiedrische und tetartoedrische Zerlegung am Quarz ist der gyroidischen analog. Sie bringt die in §. 46 folgenden Gestalten hervor.

45. Die Base, sechsseitige und zwölfseitige Prismen.

Syn. Endfläche, Regelmässiges sechsseitiges Prisma, und ungleichwinkliges zwölfseitiges Prisma, Mohs.

Eine einzelne in zwei Dimensionen unbegrenzte Fläche erlaubt, dass man senkrecht auf sie eine rhomboedrische Axe annehme. Sie ist der Basis der Quarzoide und Beryiloide parallel, und wird mit diesem Namen bezeichnet.

Das regelmässige sechsseitige Prisma ist in einer Dimension unbegrenzt; und wird von sechs Flächen gebildet, die sich in parallelen Kanten von 120° schneiden. Die Schnitte senkrecht auf die Kanten gehen parallel der Base; sie sind regelmässige Sechsecke, also rhomboedrisch, sowie auch die den Kanten parallele Hauptaxe. Durch die Kanten und die Mittelpunkte der Seiten der Schnitte gehen sechs prismatische Axen, wie bei den Quarzoiden.

Die Basen, und regelmässigen sechsseitigen Prismen kommen sehr häufig in der Natur vor, von den letzteren zwei, die man durch ihre diagonale Stellung unterscheidet. Ihre Flächen erscheinen in den Combinationen um 30°, 90° oder 150° von einander abweichend, während die verwendete Stellung 60°, 120° oder 180° erfordert.

Der Kalkspath von Andreasberg am Harz, der sogenannte Kanonenspath, zeigt diese Form ausgezeichnet, auch Apatit, Pyromorphit, Chlorit, Pyrosmalit, Nephelin, Smaragd; in Kombination erscheint sie in beiden Stellungen bei vielen Spezies.

Der Querschnitt der zwölfseitigen Prismen ist ein symmetrisches Zwölfeck von verschiedenen aber constanten Winkeln. Die rhomboedrische Hauptaxe ist den Kanten parallel. Senkrecht auf dieselbe, und auf die Flächen stehen sechs prismatische Nebenaxen.

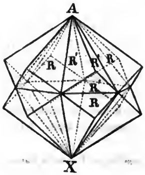
Die zwölfseitigen Prismen kommen selten in der Natur vor, und nur sehr untergeordnet, auch grösstentheils nur an Spezies, in welchen sie auf eine oder die andere Art hemiedrisch erschei-

nen, am Apatit, Quarz, Turmalin, Rothgiltigerz. Am Korund erscheint eines von 133°10′25′ und 166°49′35′ vollflächig.

46. Diploedrische und hemiedrische Formen.

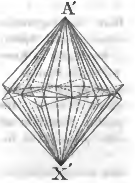
Zwei der im Vorhergehenden betrachteten Gestalten erlauben es, dass man ihnen zwei gegeneinander verwendete Stellungen anweise, die Rhomboeder, und die Skalenoeder. Bringt man zwei gleiche verwendete Rhomboeder Fig. 244 auf eine Axe, so schneiden sich ihre Flächen zu beiden Seiten in sechs gegen die Axe gleich geneigten Linien, und in sechs horizontalen, so dass das Resultat, dessen Kanten die Durchschnitte der Flächen R mit den Flächen R′ sind, ganz einem Quarzoide ähnlich wird. Um aber dergleichen Gestalten von den eigentlichen Quarzoiden zu unterscheiden, bedienen wir uns nach Mohs Vorgange des Namens der D i r h o m b o e d e r, um die Verschiedenheit in der Ableitung anzudeuten. Die Formeln gelten aber wie beim Quarzoide, und zwar die ersten unmittelbar durch *a* gegebenen.

Fig. 244.



Zwei in verwendeter Stellung auf eine und dieselbe Axe gebrachte Skalenoeder vereinigen sich zu einem Beryllioid, wie diess in Fig. 245 ersichtlich gemacht wird. Die abwechselnden Flächenpaare von der oberen und unteren Spitze bringen mit einander horizontale Durchschnitte hervor, die zusammen die Basis eines Berylloides, ein symmetrisches Zwölfeck ausmachen und die Lage der Querschnitte der Skalenoeder haben.

Fig. 245.



Das hier beschriebene Verhältniss des Vorkommens von Gestalten in zwei Stellungen heisst die D i p l o e d r i e. Es kommt

am Apatit, am Smaragd u. s. w. vor. Dirhomboeder im Allgemeinen werden durch D bezeichnet.

Nach den Analogien der vielaxigen Formen erlauben auch diejenigen, welche eine rhomboedrische Hauptaxe besitzen, dass man nach gewissen Voraussetzungen ihre Flächen als ungleichartig betrachte, und die einen bis zum Wegfallen der übrigen vergrössere. Man kann wie dort dreierlei Wege einschlagen.

1. Tetraedrische Hemiedrie. Man vergrössert die an einem Endpunkte der rhomboedrischen Axe gelegenen Flächen zum Ausschluss der übrigen. Das Resultat ist einfach. Jede Form fügt sich dieser Zerlegung. Die erhaltenen Formen können nur in Combinationen erscheinen, die polarisch verschieden gebildet sind, weil die Flächen der Formen nur gegen eine Seite geneigt sind. Anstatt sechsseitiger Prismen erscheinen dreiseitige, anstatt zwölfseitiger, symmetrisch sechsseitige. Auch sie behalten ihre rhomboedrische Hauptaxe bei, wie oben §. 45, die regelmässig sechsseitigen. Ihre Querschnitte sind gleichseitige Dreiecke und symmetrische Sechsecke. In der Natur finden sie sich am Turmalin und Rothgiltigerz.

2. Pyritoidische Hemiedrie. Diese Zerlegungsart erheischt Vergrösserung der abwechselnden Flächen an einem Endpunkt und der parallelen am entgegengesetzten. Die Skalenoeder geben auf diese Art Rhomboeder, doch in eigenthümlichen Stellungen in Bezug auf ihren Querschnitt. Die Berylloide geben Quarzoide ebenfalls in Zwischenstellungen zwischen den Dirhomboedern und Quarzoiden in Bezug auf den Querschnitt. Die letzteren kommen in der Natur am Apatit vor. Von den zwölfseitigen Prismen erscheinen die abwechselnden Flächen für sich einen regelmässig sechsseitigen Querschnitt in entsprechender Stellung gebend.

3. Gyroidische Hemiedrie. Diese erfordert Vergrösserung der abwechselnden Flächen an einem Endpunkt der Axe, und der ähnlich gelegenen am andern. Sie zertheilt die Skalenoeder in ein rechtes und ein linkes Plagieder Fig. 246 und 247, die Berylloide in ein rechtes und ein linkes Diplagieder Fig. 248 und 249. Die ersteren kommen ausgezeichnet am Quarze vor.

Von den Dirhomboedern erscheinen die zu den zwei Spitzen gehörigen abwechselnden nicht parallelen Flächen in der Hauptform von dreiseitigen Pyramiden. Für diese gelten zu Winkelberechnungen die Formeln für Dirhomboeder.

Die Quarzoide werden von den dreiseitigen Pyramiden ausgehend in rechte und linke rhomboederähnliche Hälften $r\frac{nQ}{2}$ und $l\frac{nQ}{2}$ zerlegt.

47. DIE PLAGIEDER.

Syn. Von Trapezoiden begrenzte pyramidenähnliche Gestalten, MOHS. Ditrigonale Trapezaeder, BREITHAUPT. Trigonale Trapezoeder, NAUMANN.

Die Plagieder Fig. 246 und 247 sind von sechs Trapezoiden begrenzt. Von ihren zwölf Kanten sind die sechs gleichen

Fig. 246.

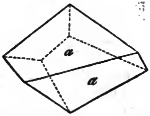
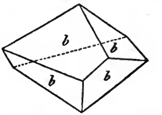


Fig. 247.



Axenkanten, und sechs andere unter sich abwechselnd längere und kürzere, Seitenkanten. Von diesen liegen entweder die linken oder die rechten Endpunkte tiefer als die rechten oder die linken. Daher kann es stets zwei in ihren Winkeln ganz gleiche Gestalten geben, die sich doch nur verkehrt ähnlich sind, wie Gegenstand und Spiegelbild, oder wie Rechts und Links, deren Flächen sich also in keiner Lage decken können. Die Plagieder haben zwei dreiflächige gleichkantige Spitzen und sechs dreiflächige ungleichkantige Ecken. Sie sind stumpfere oder schärfere nach den Skalenoedern, nach denen sie entstanden sind.

2. Die Linie durch die Spitzen ist die rhomboedrische Hauptaxe. Schnitte senkrecht auf dieselbe sind gleichseitige Dreiecke, so lange sie nur die Axenkanten treffen. Die gedrehte gyroidische Gestalt der übrigen sechsseitigen Schnitte sowie der ho-

rizontalen Projektion deutet die Zerlegungsart an. Nur durch den Mittelpunkt erhält man ein symmetrisches Sechseck.

3. Als Hälften bezieht man alles, Berechnung, Formeln, Zeichnung, Modellirung, auf die ursprünglichen Skalenoeder. Das krystallographische Zeichen wird $r\frac{Sm}{2}$ und $l\frac{Sm}{2}$.

4. Der Name ist gebildet nach dem griechischen πλάγιος, schief, welches Haüy glücklich zur Bezeichnung einer Varietät von Quarz, dem *Quartz plagièdre* benützte, an welcher sie erscheinen.

48. Die Diplagieder.

Syn. Gleichkantige sechsseitige pyramidenähnliche, durch rechts und links sich von einander unterscheidende Gestalten, Mohs. Dihexagonale Trapezaeder, Breithaupt. Hexagonale Trapezoeder, Naumann.

1. Die Diplagieder Fig. 248 und 249 sind von zwölf Trapezoiden begrenzt. Von ihren vierundzwanzig Kanten sind die

Fig. 248.

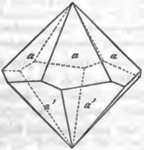
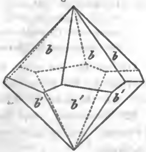


Fig. 249.



zwölf gleichen längsten Axenkanten, und zwölf andere unter sich abwechselnd längere und kürzere Seitenkanten. Von diesen liegen wie bei den Plagiedern entweder die linken oder die rechten Endpunkte tiefer als die rechten oder linken. Daher kann es stets zwei in ihren Winkeln ganz gleiche Gestalten dieser Art geben, die sich nur verkehrt ähnlich sind, wie Rechts und Links. Die Diplagieder haben zwei sechsflächige gleichkantige Spitzen, und sechs dreiflächige ungleichkantige Ecken. Sie sind stumpfer oder schärfer mit dem Beryllioide, aus welchem sie entstanden sind.

2. Die Linie durch die Spitzen ist die rhomboedrische Hauptaxe. Schnitte senkrecht auf dieselbe, durch die Axenkanten sind regelmässige Sechsecke. Die gyroidische Gestalt der übrigen zwölfseitigen Schnitte sowie der horizontalen Projektion deutet die Zerlegungsart an; nur durch den Mittelpunkt erhält man ein symmetrisches Zwölfeck.

3. Als Hälften der Beryloide, die selbst wieder auf die Grundskalenoeder in ihren Verhältnissen zurückgeführt werden, werden die Abmessungen, Zeichnungen u. s. w. der letzteren für die Diplagieder benützt, das krystallographische Zeichen wird $r\frac{Bm}{2}$ und $i\frac{Bm}{2}$.

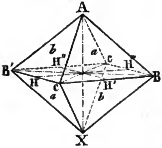
4. Der Name deutet das Verhältniss zu den Plagiedern an. Ein rechtes Diplagieder besteht aus zwei rechten Plagiedern in verwendeter Stellung, ein linkes aus zwei linken Formen derselben Art.

49. DIE PYRAMIDEN.

Syn. Gleichkantige vierseitige Pyramiden, MOHS. Viergliedrige Oktaeder, Quadratoktaeder, WEISS. Tetragonale Pyramidoeder, tetragonale Pyramidenflächner, BREITHAUPT. Quadratoktaeder, BERNHARDI und HAUSMANN. Tetragonale Pyramiden, NAUMANN.

Die zweite der oben §. 40 erläuterten Analogien gibt uns Veranlassung, die Pyramiden mit den Oktaedern zu vergleichen, indem wir letztere in ihrer pyramidalen aufrechten Stellung Fig. 222 betrachten, und in Verbindung mit ihnen alle diejenigen Formen, welche eine pyramidale oder hemipyramidale Hauptaxe besitzen.

Fig. 250.



1. Die Pyramiden Fig. 250, sind von acht gleichen und ähnlichen gleichschenkligen Dreiecken begrenzt.

Sie haben zwölf Kanten, von welchen acht, die Axenkanten, zu beiden Seiten in gleichwinklige und gleichkantige Spitzen zusammenlaufen, die vier Seitenkanten aber in einer Ebene liegen, und die gleich-

winkligen aber von zweierlei Kanten gebildeten **Ecken** mit einander verbinden. Das von den Seitenkanten gebildete Quadrat ist die **Basis** der Pyramide.

Wie bei den Rhomboedern der Würfel, so ist bei den Pyramiden das Oktaeder der Grenzpunkt, auf dessen einer Seite bei kleineren Axen die Pyramide eine **stumpfe** oder **flache** Fig. 251 auf der andern Seite, bei grösserer Axe, die Pyramide eine **scharfe** oder **spitzige** Fig. 252 genannt wird. Bei den stumpfen Pyramiden sind die Axenkanten grösser als die Seitenkanten, die ersteren nähern sich bei abnehmender Axe 180 Graden, die letzteren 0°. Bei den scharfen Pyramiden sind die Axenkanten kleiner als die Seitenkanten, die ersteren nähern sich bei wachsender Axe 90°, die letzteren 180°.

Fig. 251.

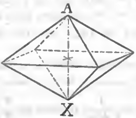
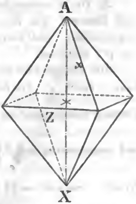


Fig. 252.



2. Die Linie AX Fig. 250 durch die Spitzen ist die **pyramidale** Hauptaxe der Form; die Schnitte senkrecht auf dieselbe sind Quadrate, deren grösster durch den Mittelpunkt als Querschnitt oder **Basis** geht. Von dem charakteristischen Körper der Pyramide hat Mohs den Namen **pyramidal** für diese Axe, die dazu gehörigen Schnitte u. s. w. entlehnt. Die Pyramiden haben aber noch zwei Paare gleicher prismatischer Nebenaxen. Ein Paar geht durch die Ecken BB', und CC', das andere durch die Mittelpunkte der Seitenkanten HH''' und $H'H''$, die gleichen schneiden sich unter 90°, die ungleichen unter 45° und 135°.

Die Pyramiden haben zweierlei Hauptschnitte, den Kantenschnitt und den Flächenschnitt, welche durch die Axe und die Kanten oder die Axe und die Flächen gelegt werden können. Sie sind sämmtlich Rhomben. Alle Schnitte parallel dem Kantenschnitt

sind Rhomben, die dem Flächenschnitt parallelen prismatische Sechsecke, in welche sich nämlich Rhomben oder Rechtecke symmetrisch verzeichnen lassen.

Die horizontale Projektion ist ein Quadrat gleich und ähnlich der Basis.

Das krystallographische Zeichen einer Pyramide im Allgemeinen ist P.

3. Die Abmessungen senkrecht auf die pyramidale Hauptaxe sind konstant. Die Seite der horizontalen Projektion wird $= 1$ angenommen, und dadurch die Lage der Diagonalen der Basis auf $\sqrt{2}$ bestimmt.

Die längere oder kürzere Axe wird $= a$ gesetzt, die Axenkanten durch x, die Seitenkanten durch z bezeichnet. Folgende Formeln gelten $\cos x = -\frac{1}{1+a^2}$; $\cos z = \frac{1-a^2}{1+a^2}$;

und umgekehrt $a = \sqrt{\left[\frac{1+\cos x}{-\cos x}\right]}$; $a = \sqrt{\left[\frac{1-\cos z}{1+\cos z}\right]}$;

ferner $\cos z = -(1+2\cos x)$ und $\cos x = -\left[\frac{1+\cos z}{2}\right]$

Die Formel für die Axe durch die Axenkanten bleibt stets eine mögliche Grösse, weil x immer grösser als 90°, daher sein Cosinus negativ ist.

4. Für die Zeichnung der Pyramiden wird die des Oktaeders Fig. 151 nnd 152, Seite 72, zu Grunde gelegt. Man hat in der That nichts weiter zu thun, als das Verhältniss der Axenlänge auf der Axe AX beiderseitig aufzutragen, und durch Zeichnung der Axenkanten, die Darstellung der Form Fig. 250 zu vollenden.

Die Modellirung aus Holz geschieht für die flachen Pyramiden am besten aus einem nach dem Seitenkantenwinkel geschobenen vierseitigen Stabe. Man trägt die Länge der grossen Diagonale des Stabes an den scharfen Kanten herab, und bestimmt dadurch die Lage der quadratischen Basis. Die Hälfte dieser Linie auf der stumpfen Kante herab getragen bestimmt die Spitzen. Scharfe Pyramiden schneidet man am Besten aus quadratischen Stäben.

5. Pyramiden finden sich selbstständig an mancherlei Spezies in der Natur, doch sind diese Vorkommen Seltenheiten im Vergleich mit dem Auftreten derselben in Kombination mit anderen Formen. Am Scheelit von Zinnwald in Böhmen findet sich eine Pyramide von 108° 12′ Axenkante, und 112° 1′ Seitenkante; Zirkon von Expailly in Frankreich 123°19′, 84°20′; Anatas von Bourg d'Oisans in Frankreich 97° 56′, 136° 22′; Zinnstein von Schlaggenwald 121°35′; 87°17′; Hausmannit von Ilefeld am Harz 105° 25′, 117° 54′; Braunit angeblich von Wunsiedel in Bayreuth 109°53′; 108°39′, von Elgersburg in Thüringen 96°33′ 140° 30′; Mellit von Artern in Thüringen 118° 4′, 93° 22′. Gelbbleierz, Apophyllit, Vesuvian u. s. w. zeigen viele Pyramiden in Combination.

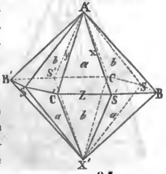
6. Der Name Pyramide, von Mohs sehr allgemein mit näheren Bestimmungen zur Bezeichnung mannigfaltiger Formen, aber auch überhaupt häufig angewendet, wird hier auf diejenigen Formen beschränkt, die am meisten Uebereinstimmung mit dem Eindruck der ägyptischen Pyramiden zeigen, wenn sie auch nicht vollständig ist.

50. Die Zirkonoide.

Syn. Ungleichkantige achtseitige Pyramide, Mohs. Vier- und Vierkantner; Vier- und vierkantige Dioktaeder, Weiss. Tetragonale Pyramidoeder, Breithaupt. Ditetragonale Pyramiden, Naumann. Doppelt achtseitige Pyramiden, Hausmann.

1. Die Zirkonoide Fig. 253 sind von sechszehn ungleichseitigen Dreiecken begrenzt. Die Dreiecke sind paarweise in zwei achtzählige Flächensysteme versammelt, und nach entgegengesetzten Richtungen in zwei achtflächigen Ecken vereinigt, den Spitzen der Zirkonoide.

Fig. 253.



Sie haben vierundzwanzig Kanten und zehn Ecken. Die gegen die Spitzen geneigten, die Axenkanten sind zu vieren gleich geneigt, so dass stumpfere und schärfere abwechseln. Die

schärferen von der einen Spitze treffen auf die schärferen von der andern die stumpferen auf die stumpferen. Zwischen denen von beiden Spitzen liegen die **Seitenkanten** in einer Ebene, der **Basis** der Gestalt. Um die Basis herum liegen die acht **Ecken**.

Die Zirkonoide sind um desto stumpfer oder flacher, je mehr sich die zu achten erscheinenden Flächen dem Zusammenfallen in eine einzige Ebene nähern; sie sind um desto schärfer oder spitzer, je mehr sie sich davon entfernen.

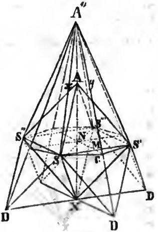
2. Die Linie, welche die Spitzen verbindet, ist die pyramidale Hauptaxe, oder die **Axe** des Zirkonoides. Die Schnitte senkrecht darauf sind symmetrische Achtecke Fig. 254. Der grösste geht durch den Mittelpunkt, und durch die Basis der Gestalt $B'SC'SBS'''CS''$. Die Hauptschnitte sind zweierlei Rhomben, sie gehen durch die stumpferen oder schärferen Axenkanten. Es sind deren vier, senkrecht auf denselben stehen die prismatischen Nebenaxen CC', BB' und SS''', $S'S''$, welche durch die gleichgrossen Ecken gehen, und in der Basis liegen.

Die horizontale Projektion ist ein symmetrisches Achteck, gleich und ähnlich der Basis.

Das krystallographische Zeichen eines Zirkonoides im Allgemeinen ist Zm.

3. Zur Entwickelung der Formeln für die Zirkonoide bedient man sich einer Construktion ganz ähnlich der in Fig. 242, Seite 120, am Skalenoeder. Ein wichtiger Unterschied findet aber in dem Statt, dass beim Skalenoeder stumpfe Axenkanten auf scharfe von der entgegengesetzten Spitze treffen, beim Zirkonoid aber scharfe auf scharfe und stumpfe auf stumpfe. Dennoch lässt sich das Zirkonoid mit einer Pyramide auf ähnliche Art vergleichen, wie das Skalenoeder mit dem Rhomboeder.

Fig. 254.



Es sei $ASS'S''S'''$ Fig. 254 die obere Hälfte einer Pyramide,

$A'SCS$ "ein Theil der oberen Hälfte eines Zirkonoides. Wenn die Linie SD, $S'D$ den gegenüberliegenden Axenkanten AS', AS parallel sind, so entspricht, indem man eine Linie durch C zieht, ein Punkt A' der oberen Spitze des Zirkonoides.

Man nimmt nun die Seite der horizontalen Projekzion der Pyramide SS' für die Einheit $= 1$, die Axe der Pyramide $= a$, die Axe des Zirkonoides $= m.a$, die scharfe Axenkante x, die stumpfe y, die Seitenkante z. Folgende Formeln lassen sich entwickeln:

1. Die Winkel durch die Axen ausgedrückt

$$\cos y = -\left[\frac{2(m.a^2+1)}{(m^2+1)a^2+2}\right]$$

$$\cos x = -\left[\frac{(m^2-1)a^2+2}{(m^2+1)a^2+2}\right]$$

$$\cos z = -\left[\frac{(m^2+1)a^2-2}{(m^2+1)a^2+2}\right]$$

2. Ein Winkel durch die beiden anderen gegeben

$$\cos y = -\tfrac{1}{2}\left[1+\cos z+2\sqrt{[-(\cos x+\cos z)(1+\cos x)]}\right]$$

$$\cos x = -\tfrac{1}{2}\left[1+\cos z+2\sqrt{[-(\cos y+\cos z)\ (1+\cos y)]}\right]$$

$$\cos z = -\left[3+2\cos y+2\cos x+2\sqrt{[2(1+\cos y)\ (1+\cos x)]}\right]$$

Das Verhältniss der Linie CM zu der Linie MN ist für jedes m konstant, was immer die Grösse von a sein mag; die Figur 255 zeigt die Lage in dem Hauptschnitt ACN; Fig. 256 die

Fig. 255.

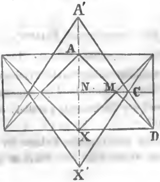
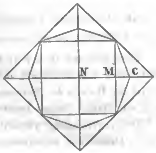


Fig. 256.



Lage im Querschnitt der beiden Formen, der Pyramiden und des Skalenoeders.

In den ähnlichen Dreiecken ADX' und $A'CN$ verhält sich $DX : CN = XA' : NA'$. Da $B'N = \frac{m}{2}a$, $NX = \frac{1}{2}a$, so folgt, wenn wir $MC = \frac{1}{n}NM$ annehmen:

$$2NM : NM + \frac{1}{n}NM = \frac{m+1}{2}a : \frac{m}{2}a$$

$$2 : \frac{n+1}{n} = m+1 : m$$

oder aufgelöst $n = \frac{m+1}{m-1}$; oder die Gestalt des Querschnittes des Zirkonoides bloss von der Grösse m abhängig. Also auch hier wie bei der Pyramide sind für jedes m die Abmessungen senkrecht auf die pyramidale Hauptaxe konstant.

4. Die Regeln für die Zeichnung und Modellirung lassen sich unmittelbar aus dem Vorhergehenden abnehmen. Man muss nämlich jederzeit ein quadratisches Prisma entwerfen. Es ist dann nicht schwer, die Verhältnisse so aufzutragen, wie sie bisher entwickelt worden sind.

5. Selbstständig ist noch kein Zirkonoid in der Natur beobachtet worden. In Kombination erscheinen Zirkonoide ausgezeichnet am Zirkon, daher auch der Name entlehnt worden ist, ferner am Vesuvian, am Zinnsteine; hier insbesondere eines, dessen zwei Axenkanten 159° 6′, 118° 6′, die Seitenkanten 135°17′ sind, und die nur mit vertikalen Flächen gegen die Basis zu begrenzt, scharf in die Spitze auslaufen. Schöne Krystalle davon finden sich in Cornwall.

51. Die Base. Vierseitige und achtseitige Prismen.

Syn. Endfläche, gerades rechtwinkliges vierseitiges Prisma, Mohs.

Eine einzelne in zwei Dimensionen unbegrenzte Fläche erlaubt, dass man senkrecht auf sie eine pyramidale Axe annehme. Sie ist der Basis der Pyramiden und der Zirkonoide parallel, und wird mit diesem Namen bezeichnet.

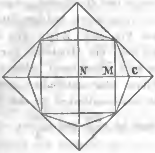
Das regelmässige vierseitige oder quadratische Prisma ist in einer Dimension unbegrenzt, und wird von vier Flächen ge-

bildet, die sich unter rechten Winkeln schneiden. Die Schnitte senkrecht auf die Kanten gehen parallel der Base, sie sind Quadrate, also pyramidal, sowie auch die den Kanten parallele Hauptaxe. Durch die Kanten und durch die Mittelpunkte der Seiten der Schnitte gehen vier prismatische Axen, wie bei den Pyramiden.

Die Basen und quadratischen Prismen trifft man sehr häufig im Mineralreiche, von den letzteren sogar zwei, die sich durch ihre diagonale Stellung unterscheiden, indem die Flächen des einen den Diagonalen des andern und umgekehrt parallel sind. Die Flächen beider geben Kanten von 135°. Beispiele bieten die oben bei den Pyramiden und Zirkonoiden erwähnten Spezies.

Der Querschnitt der achtseitigen Prismen ist ein symmetrisches Achteck von verschiedenen, aber konstanten Winkeln. Die pyramidale Hauptaxe ist der Kante parallel, senkrecht auf dieselben und auf die Flächen stehen prismatische Axen. Auch diese, wie die quadratischen Prismen, kommen in zwei diagonalen Stellungen vor.

Fig. 257.



Am häufigsten erscheint das achtseitige Prisma, dessen abwechselnde Kanten = 126° 52′ 12″ und 143° 7′ 48″ sind, und zwar in zwei gegen einander diagonalen Stellungen. Die Verhältnisse seines Querschnittes, auf Fig. 257 bezogen, beruhen darauf, dass $CM = \frac{1}{2} MN$, oder gleich $\frac{1}{3} MN$ ist.

52. HEMIEDRIE.

Wie bei den vielaxigen Formen, und denen, welche eine rhomboedrische Hauptaxe besitzen, gibt auch bei denen mit einer pyramidalen Hauptaxe die Anwendung der oben §. 30 und §. 46 erläuterten Zerlegungsmethode hemiedrische Formen, und zwar nach zwei von den dort angeführten, in der Natur vorkommende, nach der dritten theoretische.

1. Tetraedrische Hemiedrie. Man vergleicht die Pyramiden mit dem Oktaeder. So wie man bei dem letzteren die abwechselnden Flächen bis zum Ausschluss der übrigen vergrös-

serte, so auch hier. Man erhält tetraederähnliche Formen, die Sphenoide Fig. 258 und 259. Auf die Zirkonoide angewendet gibt diese Methode durch Vergrösserung der abwechselnden Flächenpaare die Disphene Fig. 260 und Fig. 261. Diese Zerlegungsart kommt am Kupferkies und Edingtonit vor mit dem Zeichen $\pm\frac{P}{2}$ und $\pm\frac{Zm}{2}$.

2. Pyritoidische Hemiedrie. Sie verlangt an einem Endpunkt der Hauptaxe Vergrösserung der abwechselnden Flächen nebst den parallelen am andern Ende und ist daher nur auf die Zirkonoide anwendbar. Das Resultat besteht aber nur aus Pyramiden, die sich jedoch durch ihre eigenthümlichen Stellungen von den andern Formen unterscheiden. Beispiele dieser Hemiedrie geben Scheelit, Fergusonit; weniger ausgezeichnet Gelbbleierz, problematisch Wernerit. Das Zeichen ist $\frac{r}{l}\frac{Zm}{2}$.

3. Gyroidische Hemiedrie. Abwechselnde Flächen an einem und die ähnlich gelegenen am andern Endpunkte der Hauptaxe vergrössert. Aus dem Zirkonoide entstehen Trapezoeder Fig. 262 und Fig. 263. Zippe gibt sie in Combination beim Wernerit an; ich habe die Hemiedrie nur an einem Ende beobachtet, so dass es noch unbestimmt gelassen werden musste, welcher von beiden Fällen hier stattfindet; wenn auch das schon Bekannte mehr Wahrscheinlichkeit für sich hatte als etwas ganz Neues. Das Zeichen ist $r\frac{Zm}{2}$ und $l\frac{Zm}{2}$.

53. DIE SPHENOIDE.

Syn. Tetraederähnliche Gestalten von gleichen und ähnlichen gleichschenkligen Dreiecken begrenzt, MOHS. Tetragonale Sphenoeder; tetragonale Keilflächner, BREITHAUPT. Tetragonale Sphenoide, NAUMANN.

1. Die Sphenoide Fig. 258 und 259 sind von vier gleichschenkligen Dreiecken begrenzt, welche in ihrer einzelnen Seite paarweise zusammen schliessen. Diese beiden von der oberen und unteren Seite senkrecht gegen einander liegend sind die horizontalen Axenkanten. Die vier Seitenkanten verbinden ihre

Fig. 258.

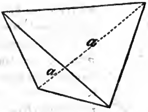
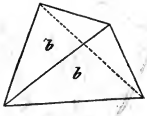


Fig. 259.



Endpunkte im Zickzack. Von ihren vier Ecken liegen zwei an der oberen und zwei an der unteren Axenkanten.

2. Durch die Mittelpunkte der Axenkanten geht eine hemipyramidale Axe. Der zugehörige Querschnitt ist ein Quadrat, zu beiden Seiten desselben erhält man gleiche, aber senkrecht gegen einander liegende Rechtecke. Durch die Mittelpunkte der Seitenkanten gehen zwei hemiprismatische Axen, die auf einander und auf der Hauptaxe senkrecht stehen. Der zu denselben gehörige Schnitt durch die Axe ist ein Rhombus, zu beiden Seiten desselben erhält man parallel, doch verkehrt liegende Rhomboiden. Die horizontale Projektion ist ein Quadrat, dem Querschnitte umschrieben.

3. Die Berechnung hängt unmittelbar mit der Pyramide zusammen, deren Hälfte das Sphenoid ist. Auch die Zeichnung folgt als Corollar. Das Zeichen $+\frac{P}{2}$ und $-\frac{P}{2}$ ebenfalls.

4. Selbstständig kommen Sphenoide am Kupferkies vor, deren Winkel an den Axenkanten $= 71° 20'$, an den Seitenkanten $= 70° 7'$ sind, eingewachsen in Steinsalz mit Anhydrit zu Aussee in Steiermark.

5. Der Name, von Naumann aus Breithaupt's Sphenoeder gebildet, bezieht sich auf die keilförmige Gestalt der Axenkanten.

54. Die Disphene.

Syn. Pyramidenähnliche Gestalten von ungleichseitigen Dreiecken begrenzt und von tetraedrischer Hauptform, Mohs. Ditetragonale Skalenoeder, Breithaupt. Tetragonale Skalenoeder, Naumann.

1. Die Disphene Fig. 260 und 261 werden von acht ungleichseitigen Dreiecken begrenzt, die zu Doppelpaaren gegen

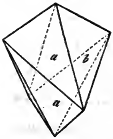


Fig. 260.

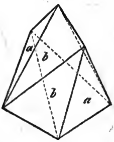


Fig. 261.

die obere und untere **Spitze** der Gestalt geneigt sind. Sie haben zwölf Kanten. In jeder Spitze laufen zwei entgegengesetzte schärfere, und zwei stumpfere **Axenkanten** zusammen. Die schärferen Axenkanten der oberen Spitze treffen auf die stumpferen der unteren Spitze und umgekehrt. Vier **Seitenkanten**, wie die am Sphenoid im Zickzack gelegen, verbinden die vier Ecken.

2. Durch die von zweierlei Kanten gebildeten Spitzen geht eine hemipyramidale Axe. So lange die Schnitte nur die Axe treffen, sind sie Rhomben, an der oberen und unteren Spitze kreuzweise liegend. Der Querschnitt durch den Mittelpunkt ist ein symmetrisches Achteck, wie bei den Zirkonoiden, als deren Hälften die Disphene durch Vergrösserung abwechselnder Flächenpaare erhalten werden. Durch die Mittelpunkte der Seitenkanten gehen hemiprismatische Axen. Die horizontale Projektion ist ein Quadrat, dem Querschnitt umschrieben.

3. Das Zeichen als Hälfte eines Zirkonoides wird für die Disphene $+\frac{Zm}{2}$ und $-\frac{Zm}{2}$, so wie auch die Zeichnung, Berechnung u. s. w. auf dieselben Formen bezogen wird. Sie kommen nur in Combination vor.

4. Der Name, ebenfalls von σφήνευς, Keil, abgeleitet, deutet das Vorkommen eines doppelten Keiles zunächst jeder Spitze an.

55. Die Trapezoeder.

Syn. Pyramidenähnliche Gestalten von trapezoidalen Flächen, Mohs. Tetragonale Trapezoeder, Naumann.

1. Die Trapezoeder Fig. 262 und 263 sind von acht Trapezoiden begrenzt, haben sechzehn Kanten und zehn Ecken, von den Flächen treffen vier in einer **Spitze**, vier in einer gegen-

Fig. 262.

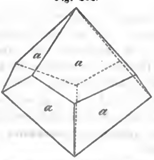
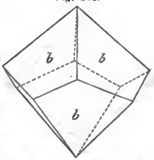


Fig. 263.



überstehenden zusammen. Die acht **Axenkanten**, in welchen sie sich schneiden, sind gleich gross. Die acht **Seitenkanten**, zwischen acht dreiflächigen **Ecken** liegend, sind abwechselnd unter sich länger und kürzer, und die gleichen entweder alle rechts höher als links, oder links höher als rechts, so dass der gyroidische Unterschied von rechten und linken Trapezoedern entsteht, die dennoch gleiche Winkel haben.

2. Durch die gleichkantigen vierflächigen Spitzen geht eine pyramidale Axe. Die zugehörigen Schnitte sind Quadrate, so lange sie nur die Axenkanten treffen. Der Querschnitt ist ein symmetrisches Achteck, wie bei den Zirkonoiden. Die horizontale Projektion ist ein gyroidisches, gedrehtes Ackteck, in welches man jedoch immer noch Quadrate einschreiben kann.

3. Die Trapezoeder als rechte und linke Gegenformen erhalten die Zeichen $r\frac{Zm}{2}$ und $l\frac{Zm}{2}$. Sie werden in Bezug auf Zeichnung u. s. w. auf die Zirkonoide bezogen.

4. Der Name ist von einem allgemeineren Gebrauche hier auf diesen einzigen Körper beschränkt.

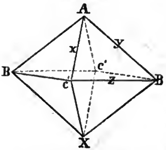
56. Die Orthotype.

Syn. Orthotype, Mohs. Zwei und zweigliedrige Oktaeder; Rhomben-Oktaeder, Weiss. Rhombische Pyramidoeder; rhombische Pyramidenflächner, Breithaupt. Rhomben-Oktaeder, Hausmann und Bernhardi. Rhombische Pyramiden, Naumann.

Zunächst den Pyramiden vergleichbar sind die Orthotype.

1. Die Orthotype Fig. 264 sind von acht ungleichseitigen Dreiecken begrenzt. Sie haben zu vieren gleiche Kanten und sechs

Fig. 264.



paarweise gleiche Ecken. Vier gleiche Kanten z werden als Seitenkanten, zweimal vier Kanten x und y als Axenkanten betrachtet. Die Ecken, in welchen die letzteren zusammentreffen, werden als Spitzen A, X ausgezeichnet, und sind von zwei schärferen und zwei stumpferen Axenkanten gebildet.

2. Die Axe geht durch die Spitzen, steht senkrecht auf den Diagonalen der Basis BB' und CC' in ihrem Mittelpunkte M. Die Schnitte senkrecht auf dieselbe, der grösste derselben der Querschnitt $BC'B'C$, sind Rhomben. Es sind prismatische Schnitte senkrecht stehend auf einer prismatischen Axe. Aber auch die Hauptschnitte $ABXB'$ und $ACXC'$ sind Rhomben, und die senkrecht auf denselben stehenden Diagonalen der Basis CC' und BB' prismatische Axen.

Jede von den Axen kann als Hauptaxe betrachtet werden, doch wird sie sodann vertikal gestellt und die beiden andern heissen nun Diagonalen der Basis, von welchen die eine länger als die andere ist. Sie heisst die grosse, lange oder Makrodiagonale, die andere die kleine, kurze oder Brachydiagonale.

3. Das krystallographische Zeichen eines Orthotypes im Allgemeinen ist O.

Bey den Orthotypen wird in den Rechnungen die Axe $a = 1$ angenommen. Im Allgemeinen nennen wir die Axe $AX = a$, die Makrodiagonale $BB' = b$, die Brachydiagonale $CC' = c$. Die scharfe Axenkante $AB = y$, die stumpfe Axenkante $AC = x$, die Seitenkante $CB' = z$.

Wir finden dann folgende Formeln:

$$\cos x = \frac{a^2 c^2 - (a^2 + c^2) b^2}{a^2 c^2 + (a^2 + c^2) b^2}$$

$$\cos y = \frac{a^2 b^2 - (a^2 + b^2) c^2}{a^2 b^2 + (a^2 + b^2) c^2}$$

$$\cos z = \frac{b^2 c^2 - (b^2 + c^2) a^2}{b^2 c^2 + (b^2 + c^2) a^2}$$

und $\cos x + \cos y + \cos z = -1$

$$\cos x = -(1 + \cos y + \cos z)$$
$$\cos y = -(1 + \cos x + \cos z)$$
$$\cos z = -(1 + \cos x + \cos y)$$

Um die Axe aus den Winkeln zu finden, sey $\cos y = \alpha$, $\cos x = \beta$, $\cos z = \gamma$. Die Axe und die beiden Diagonalen verhalten sich dann

$$a:b:c = \sqrt{[(1+\alpha)(1+\beta)]} : \sqrt{[(1+\alpha)(1+\gamma)]} : \sqrt{[(1+\beta)(1+\gamma)]}$$

4. Die Zeichnung eines Orthotypes ist leicht ausgeführt, wenn die des Oktaeders oder der Pyramide zu Grunde liegt, man hat nur die bekannten Axenverhältnisse aufzutragen und dann vollends die Kanten zu zeichnen.

5. Für sich ist das Orthotyp wohl eine seltene Gestalt zu nennen. Wir kennen sie am Anglesin, Beudant (Bleivitriol) von Pils bei Königsberg in Ungarn mit folgenden Winkeln: 128° 58′, 89° 59′, 111° 48′ ($a:b:c = 1:\sqrt{1.6935}:\sqrt{0.6286}$). Auch am Schwefel von Conil in Spanien, mit Winkeln von 106° 38′, 84° 58′, 143° 17′ ($a:b:c = 1:\sqrt{0.2776}:\sqrt{0.1824}$).

Der Mohsische Name Orthotyp erinnert daran, dass unter den Formen von geringerer Symmetrie, bei welchen eine der vorkommenden Axen, da keine absolute Axensymmetrie angetroffen wird, als Hauptaxe angenommen werden muss, doch diese und beide Diagonalen der Basis rechte Winkel mit einander einschliessen.

57. Die Base, Prismen, Domen, Diagonalen.

Syn. Endfläche, horizontale Prismen, Mohs. Domen, Dächer, Makrodiagonale und Brachydiagonale Flächenpaare, Breithaupt.

Senkrecht auf eine jede in zwei Richtungen unbegrenzte Fläche kann eine prismatische Axe angenommen werden. Also auch hier eine Fläche parallel der Base, eine parallel einem jeden der Hauptschnitte, oder der Axe und den Diagonalen. Sie heissen die Base und die Diagonalen oder Diagonalflächen, und zwar die breiten und die schmalen.

Rhombische Prismen, deren Axen mit den Axen und Diagonalen der Orthotype in ihrer Lage übereinstimmen, besitzen auch dieselbe Art und Anzahl derselben, nämlich drei senkrecht auf

einander stehende, obwohl sie in einer Richtung unbegrenzt sind. Diese Richtung kann übrigens vertikal seyn, aber auch in zwei senkrecht darauf und auf einander stehenden horizontal. Das erstere sind die Prismen, das andere die Domen, nach Breithaupt und Naumann, oder horizontalen Prismen. Ein Doma stimmt im Querschnitt mit den scharfen Axenkanten, eines mit den stumpfen. Jenes ist das schmale, dieses das breite Doma.

Sie erhalten nach der Analogie der prosodischen Sylbenbezeichnung die krystallographischen Ausdrücke $\breve{D}$ und $\bar{D}$.

Für die Berechnung der Prismenwinkel dient die allgemeine Formel $\cos\alpha = \frac{a^2 - b^2}{a^2 + b^2}$, wobei a und b die Diagonalen und α der der Diagonale a anliegende Winkel ist.

Das Vorkommen dieser Formen in der Natur, offenbar nur in Combinationen möglich, wird später in dem Abschnitte von den Combinationen erörtert werden. Dies gilt auch von den noch übrigen weniger symmetrischen, so wie an ihrem Ort von den Zeichnungen, welche sich leicht auf die schon gegebenen Regeln zurückführen lassen, und insbesondere die Winkelrechnungen, welche um desto weniger besondere Formeln zulassen, je mehr sich die Gestalten selbst von der Symmetrie entfernen. Sie fallen dann gänzlich den gewöhnlichen Formeln der ebenen und sphärischen Trigonometrie anheim. Die ganz allgemeinen analytisch krystallographischen Formeln, werden, wenn auch höchst symmetrisch und an sich eines genauen Studiums werth, doch bei der Anwendung auf die Natur länger, als der direkte Gebrauch jener Behelfe es wünschenswerth erscheinen lässt.

58. Die Tartaroide.

Syn. Tetraedrische Gestalten von ähnlichen und gleichen ungleichseitigen Dreiecken begrenzt, Mohs. Rhombische Sphenoeder, Breithaupt und Bernhardi. Rhombische Sphenoide, Naumann.

Fig. 265.

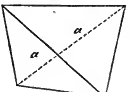
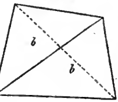


Fig. 266.



1. Die Tartaroide Fig. 265 und 266 sind von vier ungleichseitigen Dreiecken begrenzt. Sie ha-

ben drei Paare gleicher, einander nicht paralleler Kanten und vier paarweise gleiche Ecken.

2. Sie haben drei auf einander senkrechte hemiprismatische Axen, welche durch die Mittelpunkte der gegenüber stehenden Kanten gehen. Die Schnitte senkrecht auf dieselben sind Rhomboide, die, welche gleich weit von der Axe stehen, sich schief kreuzend, so dass die prismatische Rhombensymmetrie daraus entsteht.

3. Die krystallographischen Zeichen der Tartaroide sind $\pm\frac{O}{2}$, analog den Zeichen der Sphenoide und Tetraeder. Die Winkel derselben sind die Supplemente der Orthotyp-Kantenwinkel, deren Hälften sie sind. Zwei Tartaroide ergänzen sich zur Symmetrie eines Orthotypes.

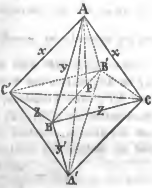
4. In der Natur finden sich Formen dieser Art in Combination am Zinkvitriol und Bittersalz, am Manganit und Nadeleisenerz. Selbstständig erscheinen sie am Weinstein, *Tartarus*, daher der Name.

59. Die Augitoide.

Syn. Hemiorthotype, Mohs. Monoklinoedrische Pyramiden, Naumann.

1. Die Augitoide Fig. 267 sind von acht ungleichseitigen Dreiecken begrenzt, die zu vieren gleich und ähnlich, in abwechselnden Flächenpaaren versammelt sind.

Fig. 267.



Die vier Seitenkanten z sind einander gleich. Die vier Axenkanten x ebenfalls; in diesen Kanten schneiden sich die ungleichen Flächenpaare. Die Mittellinien der Flächenpaare, die Axenkanten y und y' sind nur paarweise, die gegenüber liegenden, einander gleich.

Die Schnitte durch die gleichen Kanten x und die durch gleiche Kanten z sind Rhomben, der Schnitt durch die ungleichen

Kanten y und y' ist ein Rhomboides. Der Rhombus $C'B'CB$ ist die **Basis** des Augitoides, $ABA'B'$ sein Hauptschnitt. Die Spitzen A, A' und die Ecken B, B', C, C' sind nur gegenüberstehend einander gleich.

2. Die Linie AA' ist die **Axe**. Sie steht senkrecht auf der Linie CC', schief auf der Linie BB'. Auch diese Linie besitzt die gleiche augitische Symmetrie, wie AA' oder wie eine jede Linie, die durch den Mittelpunkt M in der Ebene des Hauptschnittes $ABA'B'$ gezogen werden kann. Eine jede könnte ihrer Symmetrie nach als augitische Axe betrachtet werden, doch wählt man die Linie AA'. Die Linie BB', welche auf allen jenen Linien und also auf dem Hauptschnitte senkrecht steht, ist die **augitische Queraxe**.

Die Hauptaxe AA' steht schief auf der Ebene der Basis, in der Richtung ihrer **Diagonale** BB'. Ein Perpendikel AP, auf die Diagonale gefällt, schliesst mit der Axe den Winkel MAP ein, welcher die **Abweichung der Axe** genannt wird und ihre Grösse misst.

Die Projektion des Augitoides auf einer Ebene senkrecht auf die abweichende Axe ist ein Rhombus mit seinen Diagonalen, in welchem also die Flächen alle gleich erscheinen.

3. Das krystallographische Zeichen eines Augitoides ist A, und zwar das des oberen oder diesseitigen Flächenpaares $+\frac{A}{2}$, das des unteren oder jenseitigen Flächenpaares $-\frac{A}{2}$.

Die Linie MP wird in den Rechnungen $= 1$ gesetzt. Es sey im Allgemeinen das Verhältniss der vier Linien AP, BM, CM und MP, oder Axensinus, die Diagonale, die Queraxe und der Axencosinus $= a:b:c:d$, so gelten zur Berechnung der oberen und der unteren einzelnen Axenkanten y und y', der Axenkante x und der Seitenkante z folgende Formeln:

$$\cos y = \frac{a^2(b^2-c^2)-c^2(b+d)^2}{a^2(b^2+c^2)+c^2(b+d)^2};$$

$$\cos y' = \frac{a^2(b^2-c^2)-c^2(b-d)^2}{a^2(b^2+c^2)+c^2(b-d)^2}$$

$$\cos x = \frac{a^2 (c^2 - b^2) - c^2 (b^2 - d^2)}{\sqrt{[[a^2(b^2+c^2) + (b+d)^2 c^2] [a^2(b^2+c^2) + c^2(b-d)]]}}$$

$$\cos z = \frac{c^2 (b^2 - d^2) - a^2 (b^2 + c^2)}{\sqrt{[[a^2(b^2+c^2) + c^2(b+d)^2] [a^2(b^2+c^2) + c^2(b-d)^2]]}}$$

Für den Winkel des Hauptschnittes ist:

$$\cos BAB' = \frac{a^2 - b^2 + d^2}{\sqrt{[[a^2 + (b+d)^2] [a^2 + (b-d)^2]]}}$$

für den Winkel CAC' des geneigten Schnittes ist:

$$\cos CAC' = \frac{a^2 + d^2 - c^2}{a^2 + d^2 + c^2}$$

für den Winkel CAC' der Basis ist:

$$\cos CBC' = \frac{b^2 - c^2}{b^2 + c^2}$$

In dem Hauptschnitte haben wir die bequemen einfachen Formeln:

$$\text{tang } ABP = \frac{b+d}{a}$$

$$\text{tang } B'AP = \frac{b-d}{a}$$

$$\text{tang } MAP = \frac{d}{a}$$

Letzteres ist der Winkel der Abweichung der Axe.

Die letzteren einfachen Formeln sind praktisch anwendbar und erhalten doch die Evidenz der Abmessungen der Formen in Linienverhältnissen. Anstatt der Formeln für die Cosinusse der Axenkanten y und y' bedient man sich zweckmässig der direkten sphärisch trigonometrischen Formeln.

4. Die Flächenpaare, welche die Augitoide begrenzen, werden nur theoretisch, zusammen als einfache Gestalten betrachtet, da sie einander nicht ähnlich sind. Einzeln bilden sie die schiefen von Weiss sogenannten augitartigen Zuschärfungen, nach der Species des Augits, an welcher sie ausgezeichnet wahrgenommen werden. Von jener Benennung ist der Name Augitoid gebildet.

60. Die Base, Prismen, Domen, Hemidomen, Diagonalen.

1. Der Base des Augitoides parallel haben wir nach der Analogie der Orthotype ein einzelnes Flächenpaar, welches schief auf der Axe AA' steht. Ein ähnliches Flächenpaar ist parallel dem schiefen rhombischen Schnitte $CAC'A'$, oder der Axe und der Queraxe, dies ist die von Gustav Rose sogenannte Querfläche. Die Base und die Querfläche schneiden ein Paar gleiche und zwei einzelne Kanten. Die Längsfläche ist dem rhomboidischen Hauptschnitte parallel; sie schneidet zwei Paare gleicher Kanten.

Der geneigten Axe AA' parallel und in dem Rhombus der Base $CBC'B'$ das Augitoid berührend, liegen die vier Flächen eines Prismas, dessen Querschnitt ein Rhombus ist. Für den Winkel desselben bei y oder der Diagonale $BB' = b$ gilt die Formel:

$$\cos y = \frac{a^2 b^2 - c^2 (a^2 + d^2)}{a^2 b^2 + c^2 (a^2 + d^2)}$$

Ein rhombisches Prisma berührt das Augitoid in den Axenkanten x, hat aber eine horizontale der Diagonale BB' parallele Lage. Dies ist das zu dem Augitoid gehörige Doma, welchem nach dem Längenverhältnisse der Diagonale b und der Queraxe c noch das passende prosodische Zeichen aufgesetzt wird. Das Zeichen $\breve{D}$ bedeutet, dass c kleiner ist als b. Das Zeichen $\bar{D}$ dagegen, dass c grösser ist als b. Es ist stets ein Längsdoma.

Die Formel für den Endkantenwinkel des zu A gehörigen Domas ist ausgedrückt durch:

$$\cos y = \frac{a^2 - c^2}{a^2 + c^2}$$

In den beiden Kanten y und y' berührt ein ungleiches und ungleich geneigtes Flächenpaar das Augitoid. Die zwei Flächen nehmen die einem Doma analoge Stellung ein, müssen aber gesondert als diesseitige und jenseitige oder obere und untere Hemidomen betrachtet werden. Ihre Zeichen sind $\pm\frac{H}{2}$, und zwar wenn c kleiner als b, $\pm\frac{\breve{H}}{2}$, und $\pm\frac{\bar{H}}{2}$, wenn c grösser ist als b.

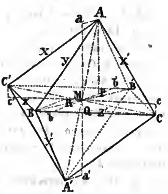
Ihre Winkel berechnen sich aus den oben für den Hauptschnitt des Augitoides gegebenen Ausdrücken. Sie sind stets Querhemidomen.

61. Die Anorthoide.

Syn. Hemianorthotype und Anorthotype, Mohs.

1. Die Anorthoide Fig. 268 sind von acht ungleichseitigen Dreiecken begrenzt, von denen nur die parallelen paarweise einander gleich und ähnlich sind. Sie haben zwölf Kanten, von sechserlei Grössen, indem nur die entgegengesetzten einander gleich sind. Auch die sechs vierflächigen Ecken sind ungleichkantig und nur die gegenüber stehenden einander gleich.

Fig. 268.



Die Schnitte durch vier in einer Ebene liegende Kanten sind sämmtlich Rhomboiden, einer davon gilt als Basis, die andern beiden als geneigte und Hauptschnitte. Auch Spitze und Ecken werden nach der Analogie der Augitoide und Orthotype bestimmt.

2. Die anorthische Hauptaxe AA' steht schief auf der Basis und ihren beiden Diagonalen, die anorthische Queraxe CC' schief auf dem Hauptschnitte $ABA'B'$. Die anorthische Längsaxe BB' schief auf dem Hauptschnitt $ACA'C'$ in ihrem Mittelpunkte. Auch als Flächendiagonalen schneiden sich die Axen unter schiefen Winkeln. Die Abweichung oder die Neigung der Hauptaxe wird wie bei dem Augitoide durch das Verhältniss von MP zu AP bestimmt, die Neigung der Queraxe c durch das Verhältniss von MQ zu QC, die Neigung der Längsaxe b durch das Verhältniss von MR zu BR.

Die Projektion eines Anorthoides auf einer Ebene, die senkrecht auf der Hauptaxe steht, ist ein Rhomboides mit seinen Diagonalen, welche die Projektion der Axenkanten vorstellen.

3. Das krystallographische Zeichen des Anorthoides ist A, und zwar für die obere rechte und linke und für die untere rechte und linke Fläche derselben einzeln angedeutet $+ r\frac{A}{4}$; $+ l\frac{A}{4}$; $- r\frac{A}{4}$; $- l\frac{A}{4}$.

Man kann Formeln für die Winkel der Kanten entwickeln, indem man statt den Axen b, c und des Axensinus und Cosinus a und d, auch für b und c, die Linien $BR = b$ und $MR = e$, und die Linie $CQ = c$ und $MQ = f$ zum Grunde legt. Wir verfolgen sie nicht weiter und wenden nur allgemeine Formeln der sphärischen Trigonometrie für die Berechnung an. Die Verzeichnung der Axenverhältnisse in Fig. 268 bleibt nichtsdestoweniger sehr anschaulich, indem sie die Analogie zu den symmetrischen Formen aufrecht erhält. Vorzüglich aber lassen sich diese in Projektionen erkennen. Die Projektion in einer jeden, senkrecht auf eine der geneigten Axen des Anorthoides gelegten Ebene ist ein Rhomboides.

4. Die vier verschiedenen einzelnen Flächen, welche an jeder Ecke der Anorthoide zusammentreffen, stellen nur theoretisch eine einfache Gestalt vor. Der Name derselben ist wohl hinlänglich durch den Mangel an rechten Winkeln in den Neigungen der Hauptschnitte gegen einander und der in denselben liegenden Axen begründet.

Wir begreifen übrigens unter den Anorthoiden auch das Hemianorthotyp von Mohs, welches insbesondere auch Mitscherlich als Grundlage eines eigenen Systemes aufstellt. Bei dieser Form ist die Linie $MR = 0$, also $CBC'B'$ ein Rhombus, in welchem BB' senkrecht auf CC' steht. Nichtsdestoweniger ist die Kante z verschieden von z', x von x', y von y', auch sind alle vier Flächen an jeder Ecke verschieden, daher in der Symmetrie der Form selbst kein Unterschied.

62. Die Base, Diagonalen, Hemiprismen, Hemidomen.

1. Der Base der Anorthoide parallel, steht eine Fläche schief auf ihrer Axe AA'. Ein ähnliches Flächenpaar ist parallel dem rhomboidischen Schnitte $CBC'B'$, oder der anorthischen

Haupt- und Queraxe; diess ist die Querfläche; die Längsfläche ist parallel dem Schnitte $ABA'B'$, oder der anorthischen Haupt- und Längsaxe.

2. Der geneigten Axe parallel und in den Seitenkanten die Anorthoide berührend, liegen zwei ungleichartige Flächen, die den Prismenflächen an den Augitoiden analog sind. Man kann sie nur als rechte und linke Hemiprismen betrachten.

In den Axenkanten der Anorthoide liegen blos Hemidomen, da sie sämmtlich ungleich sind, gar keine Domen. Zur Bezeichnung nehmen wir an, dass b grösser sei als c. Wir haben dann für die zwei Querhemidomen $+\frac{\breve{H}}{2}$ und $-\frac{\breve{H}}{2}$, während die zwei Längshemidomen durch $r\frac{\bar{H}}{2}$ und $l\frac{\bar{H}}{2}$ bezeichnet werden. Ist b kleiner als c, so stellen sich die prosodischen Beziehungen entgegengesetzt heraus.

IV. DIE ABLEITUNG.

63. Grundgestalt.

Die sämmtlichen im Vorhergehenden betrachteten Formen sind als einzelne Daten untersucht worden. Sie erschöpfen die Mannigfaltigkeit der Natur, doch führen sie der grossen Uebereinstimmung einiger mit einander, und der Verschiedenheit gegen die andern ungeachtet, nicht den Begriff von Vollständigkeit mit sich. Durch die Ableitung wird ein solcher Begriff erzeugt. Während wir die Formen in Hinsicht der gleichen Art und Anzahl der Axen dort zusammengestellt finden, muss es eine Methode geben zu entdecken, dass die Existenz anderer gar nicht möglich ist.

Die Ableitung geschieht durch gewisse geometrische Konstruktionen, angewendet auf die möglichst einfachen, der im Vorhergehenden erläuterten Gestalten. Die letzteren werden der Ableitung zu Grunde gelegt und heissen daher in der Mohsischen Methode Grundgestalten. Sie sind:

1. das Hexaeder,
2. das Rhomboeder,

3. die Pyramide,
4. das Orthotyp,
5. das Augitoid,
6. das Anorthoid.

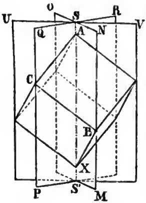
64. Ableitung der vielaxigen Gestalten.

1. Im Allgemeinen lässt sich eine Form aus der andern nur auf zweierlei Art konstruiren, nämlich entweder durch berührende Ebenen, welche in bestimmten Richtungen ausserhalb des Körpers gelegt werden, und ihn dann in einer Kante oder Ecke berühren; oder durch Schnitte, welche ebenfalls in bestimmten Richtungen durch den Körper hindurch gehen. Die erste von diesen Methoden ist die anschaulichere, indem die Grundgestalt stets zur Vergleichung in der abgeleiteten Gestalt eingeschrieben übrig bleibt. Wir wenden sie zuerst auf das Hexaeder an.

2. Das Hexaeder ist eine vielaxige Gestalt. Die Symmetrie erfordert, dass eine Veränderung, die man an einer Ecke, an einer Kante, an einer Fläche vornimmt, gleichmässig auch die übrigen gleichartigen Elemente desselben treffe.

3. Da Hexaeder wird also in eine feste Stellung gebracht, und man untersucht die Resultate, welche entstehen, wenn man alle möglichen Lagen einer beweglichen Ebene eintreten lässt, welche das Hexaeder in einer seiner Ecken berührt.

Fig. 269.



Man stelle die Ecke zu oberst. Die Stellung des Hexaeders ist also die aufrechte auf einer rhomboedrischen Axe; der Punkt A Fig. 269 ist der obere, der Punkt X der untere Endpunkt dieser Axe. Man lege die drei Ebenen UV, QR und NO durch diese Axe in solche Lage, dass sie die Verlängerungen der Hauptschnitte des Hexaeders vorstellen. Der Theil $QSS'P$ heisse der Kantenschnitt, der Theil $NSS'M$ der Flächenschnitt. Drei solche Kantenschnitte wechseln mit drei Flächenschnitten ab. Zwischen

jeden zwei ungleichartigen ist ein Sechstheil des Hexaeders wie $ACBX$ enthalten. Die drei in der Spitze A zusammenlaufenden Flächen werden solchergestalt in sechs aufgelöst, und man muss für einen jeden solchen Theil die Lage einer entsprechenden Fläche untersuchen, die begreiflich zwischen ACB und der auf die Axe AX senkrechten QSN wechseln wird. Andere Lagen, höher als durch die Punkte Q und N liegend, können für das Segment QSN unberücksichtigt bleiben, weil sie schon durch ihre Lage in einem andern Segmente vorkommen müssen. Lagen, welche so angenommen werden können, dass sie die Flächen des Hexaeders selbst schneiden, werden aber auf eine andere als die zu oberst stehende Ecke übertragen.

Nun sind die Lagen der sechs symmetrisch gegen einander liegenden Flächen, in welchen wir die bewegliche Ebene betrachten müssen, folgende.

1. Senkrecht auf beiden Schnitten.

Die sechs Flächen fallen in eine Ebene, welche auf der rhomboedrischen Axe senkrecht steht und also, von den acht Endpunkten genommen, auf das Oktaeder führt.

2. Senkrecht auf dem Flächenschnitte, geneigt gegen den Kantenschnitt und die Axe.

Wir treffen einen fest bestimmten Ort erst, wenn die beweglichen Flächen zu zwei in einer Ebene und mit einer Hexaederfläche zusammenfallen. Das Produkt ist das Hexaeder selbst. Zwischen diesen beiden Knoten oder Grenzpunkten, dem Hexaeder und Oktaeder entspricht

3. die Lage senkrecht auf dem Flächenschnitt geneigt gegen die Axe und nicht in der Fläche des Hexaeders einem Leuzitoid.

4. Senkrecht auf dem Kantenschnitte, geneigt gegen den Flächenschnitt und die Axe.

Ein fester Punkt wird erreicht, wenn zwei benachbarte Flächen in einer Ebene zusammenfallen, welche die Kante des Hexaeders berührt. Diess ist aber die Lage der Flächen des Granatoides.

5. Senkrecht auf dem Kantenschnitt, schief auf der Axe, nicht in der Kante des Hexaeders.

Zwischen den Flächen des Oktaeders und des Granatoides als Grenzen liegen Flächen eines **Galenoides**.

6. Schief auf beiden Schnitten, doch in der Kante des Hexaeders, bewegen sich die Flächen deutlich zwischen den Grenzlagen der Granatoid- und der Hexaeder-Flächen, gehören also unzweifelhaft einem **Fluoroide** an. Je zwei Flächen von benachbarten Ecken fallen zusammen in eine Ebene.

7. Schief auf beiden Schnitten, nicht in der Kante des Hexaeders, fallen keine zwei der achtundvierzig Flächen in eine Ebene; die Flächenzahl bleibt daher voll und der Körper ist ein **Adamantoid**.

Da an jeder Ecke dasselbe Verfahren beobachtet werden muss, so müssen auch alle diese Körper in Art und Zahl der Axen mit dem Hexaeder ihrer Grundgestalt übereinstimmen.

Der Inbegriff der abgeleiteten Formen ist vollständig und einerlei mit den oben einzeln betrachteten. Diese Art der Ableitung gibt die Abmessungen nicht unmittelbar. Es ist nothwendig dabei andere Bestimmungen als Daten aufzusuchen. Bei den Formen von beständigen Abmessungen sind sie für sich klar; die übrigen werden durch die allgemeine Methode der Entwickelung aus ihren Combinationen erhalten.

65. Gestalten mit einer rhomboedrischen Hauptaxe.

Analog dem Hexaeder in seiner rhomboedrischen Stellung wird das **Rhomboeder** im Allgemeinen der Ableitung als Grundgestalt dienen können. Es besitzt nur eine rhomboedrische Axe, in Bezug auf diese vollkommene oder absolute Axensymmetrie, und man verlangt daher, dass, was an einem Ende der Axe vorgeht, auch an dem entgegengesetzten stattfinde.

Das Vorkommen der einzelnen Hauptaxe macht es vortheilhaft, andere Methoden der Ableitung zu versuchen, als die bei den vielaxigen Formen angewendeten, welche nur die Art, nicht aber die Abmessungen dieser Formen geben.

Der Art nach sind die pantoedrischen Formen mit einer rhomboedrischen Hauptaxe folgende:

1. die Rhomboeder,
2. die Quarzoide,

3. die Skalenoeder,
4. die Berylloide,
5. die Base, sechs- und zwölfseitige Prismen.

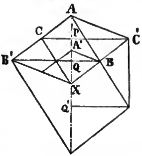
Man erhält aber diese Gestalten, mit Ausnahme der Berylloide, wenn man die vielaxigen Formen unter der Hypothese einer einzigen rhomboedrischen Hauptaxe nach der entstehenden Flächensymmetrie in einfache Formen zerlegt.

66. Ableitung der Rhomboeder. Hauptreihe.

Man stelle das Rhomboeder als Grundgestalt aufrecht, lege in die Axenkanten zu beiden Seiten gleich geneigte berührende Ebenen und vergrössere sie, bis sie den Raum um und um begrenzen. Die abgeleitete Form ist ebenfalls ein Rhomboeder, dessen Axe bei gleicher horizontaler Projektion halb so gross ist, als die Axe der Grundgestalt.

Die Grundgestalt hat drei gleich gegen die Axe geneigte Axenkanten, die abgeleitete Gestalt hat daher drei unter demselben Winkel gegen die Axe geneigte Flächen, die sich daher über den Flächen jener in drei ebenfalls gegen die Axe gleich geneigten Kanten schneiden müssen, die aber mit derselben einen grösseren Winkel einschliessen. In Fig. 270 stellt AC eine Axenkante des spitzen Rhomboeders $ACXB$ vor, AB' die geneigte Diagonale der Fläche eines Rhomboeders $AB'XC'$, welche dieselbe Lage gegen die Axe AX besitzt. Den Durchschnitt der Flächen des abgeleiteten Rhomboeders stellen die Linien AC' und XB' vor.

Fig. 270.



Das abgeleitete Rhomboeder ist flacher als die Grundgestalt, weil bei gleicher Axe die Ausdehnung senkrecht auf dieselbe grösser ist.

Die Stellung desselben ist die verwendete, weil Diagonalen mit Kanten und Kanten mit Diagonalen an derselben Seite der Axe im Hauptschnitte liegen.

Um das Verhältniss der Linien zu finden, folgt aus der Betrachtung der Fig. 270, weil die Schnitte durch die Ecken der Rhomboeder die Axen derselben in drei gleiche Theile theilen, also $AQ = 2AP$, dass $BQ' = 2CP$ ist, das heisst: die Seite der horizontalen Projektion des abgeleiteten Rhomboeders doppelt so gross, als die Seite der horizontalen Projektion der Grundgestalt.

Man nehme aber diese Seiten gleich oder verzeichne die Axenkante $A'B$ im Hauptschnitte über der Seite der horizontalen Projektion QB, des zum Grunde gelegten Rhomboeders $ACXB$. Da $QX = \frac{1}{2}PX$, so ist auch $A'X = \frac{1}{2}AX$, oder bei gleicher horizontaler Projektion die Axe des abgeleiteten Rhomboeders halb so gross als die Axe des Grundrhomboeders.

Für die Bezeichnung wählen wir die Axenverhältnisse der beiden Formen. Die Grundgestalt wird durch R ausgedrückt, die abgeleitete Gestalt durch $\frac{1}{2}$R', welches durch den Coefficienten $\frac{1}{2}$ die halb so grosse Axe, durch den Strich ' die verwendete Stellung andeutet.

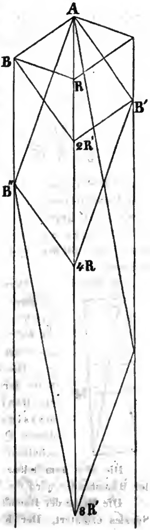
Es muss aber auch möglich seyn, das Rhomboeder R, welches hier das schärfere ist, von einem noch schärferen abzuleiten, welches die Grundgestalt dieses letzteren vorstellen kann, indem das obige Verfahren ganz allgemein gewesen ist. Die Axe dieses Rhomboeders in dem Verhältnisse von $1 : \frac{1}{2}$ wird also doppelt so gross seyn, als die des Rhomboeders R, seine Stellung aber ebenfalls die verwendete, also sein krystallographisches Zeichen 2R'.

Die drei Zeichen $\frac{1}{2}$R', R, 2R' stellen drei Rhomboeder vor, deren Axen in ihrer Folge sich verhalten, wie 1 : 2 : 4, oder wie $\frac{1}{4} : \frac{1}{2} : 1$ überhaupt wie die Potenzen der Zahl 2, nämlich

$$2^{-2} : 2^{-1} : 2 : 2^{1} : 2^{2}.$$

Dieses Gesetz ist besonders anschaulich in der graphischen Darstellung Fig. 271 der aneinander aus einer Spitze A verzeichneten Hauptschnitte von vier unmittelbar in der Reihe aufeinander folgenden Rhomboeder, nämlich: R, 2R', 4R, 8R', oder $\frac{1}{8}$R' $\frac{1}{4}$R $\frac{1}{2}$R' R. Für die ersteren Zeichen hat AB die geneigte Diagonale von R dieselbe Lage wie die Axenkante von 2R', die Diagonale AB' von 2R' die Lage der Axenkanten von 4R, die Diagonale AB'' die Lage der Axenkante des Rhomboeders 8R'.

Fig. 271.



Jede Reihe, deren **Gesetz** bekannt ist, kann nach demselben unbestimmt fortgesetzt werden. Die Reihe der Rhomboeder schreitet nach 2^n oder nach der Potenz der Zahl 2 fort, welche die **Grundzahl** der Reihe ist. Die Reihe nähert sich zwei Grenzpunkten, die erreicht werden, wenn $n = -\infty$ oder $= +\infty$ wird. Die Axe des Rhomboeders, welches dieser Grenze entspricht, ist auf der einen Seite unendlich klein, auf der anderen Seite unendlich gross. Die Reihe der Potenzen ist:

$$2^{-\infty} \ldots . 2^{-3},\ 2^{-2},\ 2^{-1},\ 2^{0},\ 2^{1},\ 2^{2},\ 2^{3} \ldots . 2^{\infty};$$

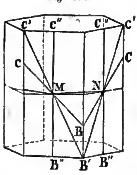
die Reihe der Zeichen ist:

$$o \ldots . \tfrac{1}{8}R',\ \tfrac{1}{4}R,\ \tfrac{1}{2}R',\ R,\ 2R',\ 4R,\ 8R \ldots . \infty R.$$

Das Rhomboeder von unendlich kleiner Axe, eigentlich oR, ist nichts anderes als eine Fläche, senkrecht auf die Axe des Grundrhomboeders der Reihe, denn die Rhomboeder, wie sie in der Reihe auf einander folgen, haben immer kleinere und kleinere Axen. Entsprechend denselben werden die Winkel an den Axenkanten immer grösser, bis sie endlich = 180° sind, und die drei zu einer Spitze gehörigen in eine einzige Ebene fallen. Des Zeichens o bedient man sich bequem als Abkürzung von oR.

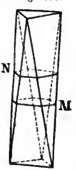
Die Lage der Flächen eines Rhomboeders von unendlicher Axe lässt sich leicht aus Fig. 272 entnehmen. Die horizontale Projektion ist bei allen Gliedern der Reihe, ihre Axe möge zu was

Fig. 272.



immer für einer Länge wachsen, eine und dieselbe. Daher bleibt auch der Querschnitt gleich, welcher nichts anderes ist, als das in die horizontale Projektion eingeschriebene Sechseck. Es seyen nun *CBC* zwei Seitenkanten eines, *C'B'C'* zwei Seitenkanten eines anderen, und zwar eines schärferen Rhomboeders. Sie schneiden sich in ihrem Querschnitte in der Linie *MN*, um welche herum sie sich gewissermassen drehen, während die Axe immer schärfer wird. Die Seitenkanten nähern sich immer mehr dem Parallelismus mit den Linien *C''B''*, die also zwischen sich sechs gleich gegen einander geneigte Flächen, das heisst ein r e g e l m ä s s i g e s s e c h s s e i t i g e s P r i s m a enthalten, dessen Querschnitt mit den Querschnitten der Rhomboeder selbst übereinstimmen.

Fig. 273.



Wenn man aus dem Mittelstück eines Rhomboeders, dem centralen Drittel desselben, Fig. 273 durch senkrecht auf die Axe stehende Flächen ein Stück *NM* herausscheidet, so hat schon dieses selbst das Ansehen eines solchen Prismas.

Die Reihe der Rhomboeder ist also auf einer Seite durch die Fläche senkrecht auf die Axe, die B a s i s, auf der andern durch ein r e g e l m ä s s i g e s s e c h s s e i t i g e s P r i s m a begrenzt, dessen Querschnitt gleiche Lage mit den Querschnitten der Rhomboeder besitzt.

Die hier unmittelbar aus der Grundgestalt abgeleitete Reihe der Rhomboeder wird die H a u p t r e i h e derselben genannt.

Die Reihe der Rhomboeder wird in der Natur durch mehrere Spezies erläutert. Der Kalkspath zeigt vier auf einanderfolgende Glieder $\frac{1}{2}R' = 134°57'$, $R = 105°5'$, $2R' = 78°51'$, $4R = 65°50'$, vollkommen bestimmt nach Abmessungen und Steilung; ferner $\frac{1}{4}R = 156°2'$, und $8R' = 86°33'$, weniger sicher bestimmbar, da die Flächen theils weniger vollkommen, theils die Winkel nicht

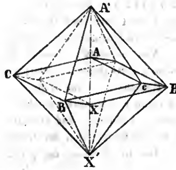
so genau von andern nahe stehenden Rhomboedern zu unterscheiden sind. Auch die Grenzen o, und ∞R sind am Kalkspath häufig. Vier Glieder der Reihe kommen am Turmalin und Rothgiltigerz vor, drei, oder wenigstens zwei nebst den Grenzen an vielen Spezies.

67. Ableitung der Skalenoeder.

Die Lage der Seitenkanten der Rhomboeder stimmt mit der Lage der Seitenkanten der Skalenoeder überein.

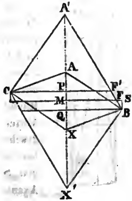
Man konstruirt ein Skalenoeder aus einem gegebenen Rhomboeder wie folgt: Man verlängere die Axe des Rhomboeders AX Fig. 274 zu beiden Seiten um beliebige, doch gleiche Stücke AA', und XX', die solchergestalt bestimmten Punkte verbinde man durch gerade Linien mit den Ecken des Rhomboeders B und C und lege Flächen in je zwei benachbarte. Das Resultat ist ein Skalenoeder. Die Construktion lässt sich auch so ausdrücken: man legt gleich geneigte Flächenpaare in die Seitenkanten des Rhomboeders, und verlängert sie, bis sie sich in gleicher Entfernung von der Spitze des Rhomboeders in der verlängerten Axe desselben schneiden.

Fig. 274.



Der Hauptschnitt des Skalenoeders mit dem Hauptschnitte des Rhomboeders ist Fig. 275 dargestellt.

Fig. 275.



Man sagt von einem Skalenoeder, welches auf diese Weise aus einem Rhomboeder abgeleitet ist, dass es zu demselben gehöre, und zwei aus demselben Rhomboeder durch verschiedene Verlängerungen abgeleitete heissen zusammengehörige.

Zusammengehörige Rhomboeder und Skalenoeder befinden sich in paralleler Stellung. Ein Hauptschnitt durch die stumpfen Kanten des Skalenoeders trifft die geneigte Diagonale des Rhomboeders, ein Hauptschnitt durch die scharfen Axenkanten, die Axenkanten dieser Form.

Man setzt bei gleicher horizontaler Projektion die Axe des Skalenoeders = m.a, wobei a die Axe des Grundrhomboeders darstellt.

Zusammengehörige Rhomboeder und Skalenoeder werden durch R und Sm bezeichnet, von einem Rhomboeder nR erhält man ein Skalenoeder nSm.

Die in der Natur am gewöhnlichsten vorkommende Ableitungszahl ist m = 3, am Kalkspath, Rothmanganerz, Turmalin, Eisenglanz, Pyrargyrit. Aber auch die Zahlen $\frac{7}{5}$; $\frac{3}{2}$; $\frac{5}{3}$; 2; $\frac{7}{3}$; 4; 5; 7; 9; 11; 12, alle am Kalkspath, $\frac{5}{3}$ am Quarz, Apatit, Turmalin, $\frac{7}{3}$ am Quarz und Apatit, $\frac{11}{3}$ und $\frac{3}{2}$ am Quarz nebst mehreren anderen sind beobachtet worden.

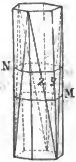
Von jedem Rhomboeder lässt sich nach jedem Verhältnisse von m ein Skalenoeder ableiten. Man erhält dadurch zu der Reihe der Rhomboeder eine Reihe von Skalenoedern, von welchen die aufeinander folgenden Glieder sich in verwendeter Stellung gegen einander befinden, und die auf ähnliche Art wie die Rhomboeder an beiden Endpunkten der Reihe begrenzt erscheinen.

Die Bezeichnung der parallelen Reihe ist folgende:

o . . . . $\frac{1}{4}$R, $\frac{1}{2}$R, R, 2R, 4R . . . . ∞R

o . . . . $\frac{1}{4}$Sm, $\frac{1}{2}$Sm, Sm, 2Sm, 4Sm . . . . ∞Sm.

Fig. 276.



Je flacher das Rhomboeder, desto flacher das Skalenoeder, daher verschwinden die Flächen von oSm in dem Zeichen o. Je schärfer das Grundrhomboeder wird, desto schärfer auch das Skalenoeder, aber die Axen beider werden zugleich unendlich gross. Analog dem Mittelstücke des Rhomboeders in Fig. 273, stellt die Fig. 276 das Mittelstück eines Skalenoeders vor. Ein herausgeschnittenes Stück *NM* zeigt schon das Ansehen eines zwölfseitigen Prismas, dessen Kanten z den Seitenkanten, die Kanten *y* den stumpfen Axenkanten des Skalenoeders entsprechen.

Für jedes m ist der Querschnitt der Skalenoeder derselbe wie gross auch immer die Axe des Rhomboeders sey.

Es sey Fig. 277 der Hauptschnitt der beiden Gestalten. Der Querschnitt durch SM trifft die stumpfe Axenkante des Skalenoeders in F. Da in dem Querschnitt Fig. 278 die Punkte

Fig. 277.

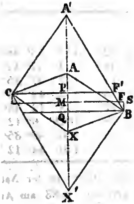
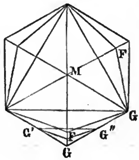


Fig. 278.



G', G'' in der Mitte der Seitenkanten liegen, also ihre Lage vollkommen bestimmt ist, so hängt die Richtung der Linien $G'F$, $G''F$ lediglich von der Länge FM ab. Um diese zu finden, haben wir in den Dreiecken FSB, FAM' Fig. 277 die Proportion:

$$FS : SB = FM : MA'$$

$$1 - FM : \frac{a}{6} = FM : \frac{ma}{2}, \quad \text{daher} \quad FM = \frac{3m}{3m+1}.$$

In diesem Ausdrucke ist die Axe a verschwunden, die Grösse der Winkelverhältnisse daher nicht von dieser, sondern nur von m abhängig.

In dem Schnitt durch die Ecken der Skalenoeder CF' Fig. 277 verhält sich:

$$CP : PF' = 3m + 1 : 3m - 1,$$

wie diess aus den ähnlichen Dreiecken $A'PF'$ und $A'MF$ gefunden wird. Die Figur dieses Schnittes ist ein symmetrisches Sechseck.

Die Grenze der Reihe aller Sm, also ∞Sm ist ein symmetrisches zwölfseitiges Prisma, dessen Winkel durch die oben bei den Skalenoedern gegebenen Formeln bestimmt wird, wenn man

∞ für a substituirt. Die Kanten, welche zur Ansicht kommen, sind y und z, für ihre Winkel gilt daher:

$$\cos y = -\left[\frac{3m^2 + 6m - 1}{2(3m^2 + 1)}\right]; \quad \cos z - \frac{3m^2 - 1}{3m^2 + 1}.$$

Für die Ableitungszahlen $\frac{3}{2}$, $\frac{5}{3}$, 2, $\frac{7}{3}$, 3, $\frac{11}{3}$, 5 und 7 berechnet, findet man folgende Tafel:

Prisma	cos y	cos z	y	z
$\infty S\frac{3}{2}$	$-\frac{59}{62}$	$-\frac{46}{62}$	162° 6′ 12″	137° 53′ 48″
$\infty S\frac{5}{3}$	$-\frac{13}{14}$	$-\frac{11}{14}$	158° 12′ 48″	141° 47′ 12″
$\infty S2$	$-\frac{23}{26}$	$-\frac{22}{26}$	152° 12′ 15″	147° 47′ 45″
$\infty S\frac{7}{3}$	$-\frac{22}{26}$	$-\frac{23}{26}$	147° 47′ 45″	152° 12′ 15″
$\infty S3$	$-\frac{11}{14}$	$-\frac{13}{14}$	141° 47′ 12″	158° 12′ 48″
$\infty S\frac{11}{3}$	$-\frac{46}{62}$	$-\frac{59}{62}$	137° 53′ 48″	162° 6′ 12″
$\infty S5$	$-\frac{26}{38}$	$-\frac{37}{38}$	133° 10′ 25″	166° 49′ 35″
$\infty S7$	$-\frac{47}{74}$	$-\frac{73}{74}$	129° 25′ 48″	170° 34′ 12″

Nur wenige von diesen Prismen sind noch in der Natur beobachtet worden, dergleichen sind: $\infty S\frac{5}{3}$ und $\infty S3$ am Apatit, $\infty S3$ am Kalkspath und am Turmalin, $\infty S\frac{3}{2}$ am Quarz, $\infty S5$ am Saphir. Andere die noch vorkommen, sind nicht hinlänglich genau erforscht.

Die Winkel an den Kanten y und z sind einander gänzlich gleich, doch in umgekehrter Lage, bei $\infty S\frac{3}{2}$ und $\infty S\frac{11}{3}$, ferner bei $\infty S\frac{5}{3}$ und $\infty S3$, endlich bei $\infty S2$ und $\infty S\frac{7}{3}$ überhaupt ist:

$$m = \frac{3m' + 1}{3(m' - 1)}$$

der Ausdruck um eine dieser Ableitungszahlen aus der andern zu finden.

Bei den Berylloiden, welche mit den Skalenoedern in ihren Abmessungen übereinstimmen, werden die krystallographischen Zeichen nBm.

68. Ableitung der Nebenreihen der Rhomboeder.

Wenn man berührende zu beiden Seiten gleich geneigte Ebenen in die gleichnamigen Axenkanten der Skalenoeder legt, und sie zum gänzlichen Umschluss vergrössert, so entstehen

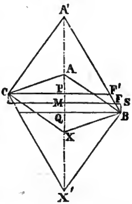
Rhomboeder, welche in Bezug auf ihre Axenverhältnisse bei gleicher horizontaler Projektion nicht jederzeit mit den Gliedern der Hauptreihe übereinstimmen, sondern diese mit gewissen Coeffizienten multiplizirt darstellen.

In Fig. 279 stellt $A'P$ zwei Drittel der Axe a' eines, $A'Q$ zwei Drittel der Axe a'' eines anderen Rhomboeders vor. Also ist:

$$a' = \tfrac{3}{2}\left[\frac{m}{2}a - \frac{1}{6}a\right] = \frac{3m-1}{4}a;$$

$$a'' = \tfrac{3}{2}\left[\frac{m}{2}a + \frac{1}{6}a\right] = \frac{3m+1}{4}a.$$

Fig. 279.



Diese Coeffizienten sind von dem Axenverhältnisse der Skalenoeder und Rhomboeder abhängig. Wir beobachten sie unmittelbar in der Natur insbesondere mit den Zahlen 3, 5 und selten 7, in dem Zähler oder Nenner. So am Kalkspath $\frac{4}{5}$R', $\frac{6}{5}$R', $\frac{5}{4}$R', $\frac{3}{2}$R', 3R', $\frac{7}{2}$R', 5R; am Zinnober $\frac{1}{3}$R, $\frac{2}{3}$R u. s. w.

Die Rhomboeder der Nebenreihen können untereinander wieder Reihen hervorbringen, die wie die der Hauptreihen nach den Potenzen der Zahl 2 wachsen und abnehmen. Begrenzt sind sie wie diese in einer Richtung durch die Flächen o senkrecht auf die Axe, in der anderen durch das regelmässige sechsseitige Prisma ∞R, dessen Querschnitte mit dem Querschnitt der Rhomboeder gleiche Lage besitzt.

69. Ableitung der Quarzoide.

Aus einem jeden Rhomboeder lässt sich ein Quarzoid auf folgende Weise ableiten:

Man lege Paare berührender Ebenen zu beiden Seiten gleich geneigt in die Axenkanten des Rhomboeders, und zwar dergestalt, dass sich die von der oberen und von der unteren Spitze in einer Horizontalebene schneiden. Der Durchschnitt durch die gleichen oben und unten gleichgeneigten Kanten kann nur ein regelmässiges Sechseck seyn.

Betrachtet man den horizontalen Durchschnitt DC in den Figuren 280 und 281, von welchen Fig. 280 den Hauptschnitt, Fig. 281 die Perspektive vorstellt, an dem Orte, wo er durch die

Fig. 280.

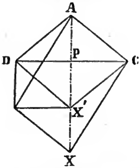
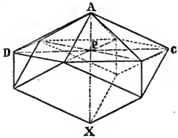


Fig. 281.



oberen Ecken des Rhomboeders geht, so wird $ADX'C$ der Hauptschnitt des Quarzoides bei gleicher horizontaler Projektion mit dem Rhomboeder.

Die halbe Axe des Quarzoides AP ist gleich einem Drittheil der Axe des Rhomboeders, die Axe desselben $a' = \frac{2}{3} a$. Man sagt, dass dasjenige Quarzoid, welches auf die hier erwähnte Art aus dem Rhomboeder construirt wird, und dessen Axe a' gleich ist $\frac{2}{3} a$ des Rhomboeders, zu diesem gehört, und bezeichnet die beiden Formen durch R und Q.

Zu jedem Rhomboeder gehört ein Quarzoid, zu der Reihe der Rhomboeder eine Reihe von Quarzoiden, die nach demselben Gesetze der Potenzen der Zahl 2 fortschreitet, und ähnlich wie jene begrenzt ist.

Parallel der Reihe der Rhomboeder erscheint sie wie folgt:

$$o \ldots \tfrac{1}{4}R,\ \tfrac{1}{2}R',\ R,\ 2R',\ 4R \ldots \infty R$$
$$o \ldots \tfrac{1}{4}Q,\ \tfrac{1}{2}Q,\ Q,\ 2Q,\ 4Q \ldots \infty Q$$

Die Verschiedenheit der Stellung, welche bei den Rhomboedern wahrgenommen wird, die parallele und verwendete findet hier nicht statt, indem die Querschnitte oder Basen aller Quarzoide schon als gleichliegende regelmässige Sechsecke construirt worden sind.

Verschwindet die Axe des Rhomboeders, so fallen auch die Flächen der Quarzoide in einer Ebene senkrecht auf die Axe, oder in der Fläche o zusammen. Wächst die Axe, so nähert sich der Winkel, den eine obere Fläche mit einer unteren einschliesst, gegentheils 180°, und die Grenze selbst wird ein regelmässiges sechsseitiges Prisma, dessen Querschnitt, wie der Querschnitt der übrigen Quarzoide, die Lage der horizontalen Projektion der Rhomboeder besitzt.

Die Grenze der Reihe der Rhomboeder war ebenfalls ein regelmässiges sechsseitiges Prisma, aber sein Querschnitt übereinstimmend mit dem Querschnitte der Rhomboeder, daher die Seiten des einen Sechseckes den Diagonalen des andern, und umgekehrt parallel sind. Die Stellung der beiden Prismen ist daher gegen einander eine diagonale.

Auch zu mehreren Rhomboedern der Nebenreihen gehören Quarzoide, und diese bilden dann selbst wieder Reihen, die sich in ihren Coefficienten von den Quarzoiden der Hauptreihe unterscheiden. Der Coeffizient zeigt ihr Axenverhältniss gegeneinander.

Am Apatit erscheinen Q, 2Q und ∞Q, am Kalkspath Q, 3Q, 4Q, ∞Q, am Saphyr 2Q, 4Q, 8Q, $\frac{6}{5}$Q, $\frac{7}{3}$Q, 3Q, 6Q, 12Q, ∞Q, am Quarz $\frac{1}{2}$Q, Q, 2Q, 4Q, $\frac{5}{3}$Q, 3Q, $\frac{7}{2}$Q, 5Q, ∞Q, am Eisenglanz Q, 2Q, 6Q, ∞Q u. s. w.

Ein ähnliches Verhältniss der Bezeichnung dehnt sich auf die aus den Rhomboedern der Nebenreihen abzuleitenden Skalenoeder aus.

70. Gestalten mit einer pyramidalen Hauptaxe.

Analog dem Oktaeder in seiner pyramidalen Stellung dient die Pyramide als Grundgestalt zur Ableitung. Sie besitzt nur eine pyramidale Hauptaxe; in Bezug auf diese aber absolute Axensymmetrie, und man verlangt daher, dass, was an einem Ende der Axe vorgeht, auch an dem entgegengesetzten statt finde.

Die bei den Rhomboedern vortheilhaften Ableitungsmethoden finden auch hier ihre Anwendung. Die pantoedrischen Formen, mit einer pyramidalen Hauptaxe sind folgende:

1. die Pyramiden,
2. die Zirkonoide,
3. die Base, vier- und achtseitige Prismen.

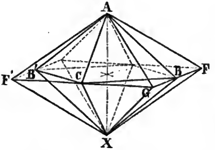
Man erhält diese Gestalten der Art nach durch die Zerlegung der vielaxigen Formen, unter der Hypothese einer einzigen pyramidalen Hauptaxe, nach der eintretenden Flächensymmetrie.

71. Ableitung der Pyramiden.

Genau wie bei der Ableitung eines flacheren Rhomboeders aus einem schärferen stellt man die Pyramide aufrecht, legt in die Axenkanten zu beiden Seiten gleich geneigte berührende Ebenen und verlängert sie, bis sie sich von allen Seiten untereinander scheiden. Die abgeleitete Form ist gleichfalls eine Pyramide, deren Axe gleich der Axe der Grundgestalt, die Basis aber das um die Basis jener beschriebene Quadrat ist. Bei gleicher Basis verhalten sich die Axen der beiden Pyramiden $= 1:\sqrt{2}$.

Die Grundgestalt hat vier gegen die Axe gleichgeneigte Kanten AB, AC Fig. 282, an der oberen, vier XB, XC, an der unteren Spitze; die von der oberen mit denen von der unteren in dem Hauptschnitt der Pyramide gelegen. Die Flächen, welche man berührend in die Kanten legt, schneiden sich also in horizontalen Kanten FG, GF, welche gleichgeneigt gegen BC und CB', von allen vier Kantenpaaren das um die Base umschriebene Quadrat bilden müssen. Ist die Seite der horizontalen Projektion der Grundgestalt $= 1$, so ist die der abgeleiteten flacheren $= \sqrt{2}$, bei gleichen Axen. Setzt man aber die Seiten der horizontalen Projektion einander gleich, so folgt für die Axen das umgekehrte Verhältniss, so dass wenn die Axe der Grundgestalt $= 1$ war, die der abgeleiteten flacheren Pyramide $= \frac{1}{\sqrt{2}}$ oder $\frac{1}{2}\sqrt{2}$ ist.

Fig. 282.



Die Stellung der beiden Gestalten ist die diagonale, indem Kanten mit Flächen, Flächen mit Kanten in eben demselben Hauptschnitte liegen. Die flachere abgeleitete Pyramide steht in

diagonaler Stellung gegen die Grundgestalt. Aber auf diese letztere selbst lässt sich das gleiche Verfahren anwenden, und man erhält eine noch flachere Pyramide, deren Axe bei gleicher horizontaler Projektion $= \frac{1}{\sqrt{2}}$ der vorher abgeleiteten flacheren, oder $= \frac{1}{\sqrt{2}.\sqrt{2}} = \frac{1}{2}$ der Axe der Grundgestalt ist.

Die Bezeichnung berücksichtigt das Axenverhältniss dieser Formen. Die Grundgestalt wird durch P bezeichnet, die Pyramide mit halber Axenlänge durch $\frac{1}{2}$P. Die unmittelbar aus P abgeleitete Form sollte das Zeichen $\frac{1}{\sqrt{2}}$ P erhalten. Wurzelgrössen tragen aber nicht zur Anschaulichkeit bei, daher wir diese Pyramide, als die Grundpyramide begleitend, und zu derselben gehörend, durch P' (P diagonal) ausdrücken.

Die gleichen Verhältnisse finden bei immer flacheren und immer schärferen Pyramiden statt. Bei gleichen horizontalen Projektionen haben die Pyramiden in einer Reihe betrachtet:

$$o \ldots \tfrac{1}{2}P', \quad \tfrac{1}{2}P, \quad P', \quad P, \; 2P', \; 2P, \; 4P', \ldots \infty P' \; \infty P$$

$$o \ldots \frac{1}{2\sqrt{2}}, \quad \frac{1}{2}, \quad \frac{1}{\sqrt{2}}, \quad 1, \; \sqrt{2}, \; 2, \; 2\sqrt{2} \ldots \infty \quad \infty$$

$$\sqrt{2}^{-\infty} \ldots \sqrt{2}^{-3} \sqrt{2}^{-2} \sqrt{2}^{-1} \sqrt{2}^{0} \sqrt{2}^{1} \sqrt{2}^{2} \sqrt{2}^{3} .. \sqrt{2}^{\infty} \sqrt{2}^{\infty}$$

die daruntergesetzten Axenverhältnisse, verglichen mit der Reihe der Exponenten der $\sqrt{2}$ oder $2^{\frac{n}{2}}$.

Die Pyramiden lösen sich gewissermassen in zwei parallele Reihen auf, die nach dem Gesetze der Potenzen aus der Zahl 2, nämlich 2^n wachsen, und abnehmen, und die in diagonaler Stellung gegeneinander stehen.

Die Grenze bei abnehmender Axe der Pyramiden ist die Base oP, indem die vier gegen den Endpunkt der Axe geneigten Flächen dann Winkel von 180° mit einander einschliessen, oder in eine Ebene fallen, oder abgekürzt o.

Je spitziger die Pyramide, desto mehr nähern sich die Seitenkanten dem Winkel von 180°; ∞P in paralleler Stellung mit

P ist ein quadratisches Prisma; $\infty P'$ ist ebenfalls ein quadratisches Prisma aber in diagonaler Stellung, seine Flächen liegen nämlich wie die Diagonalen von ∞P. Mit den Pyramiden nP' ist $\infty P'$ in paralleler Stellung, ∞P aber gegen dieselben in diagonaler.

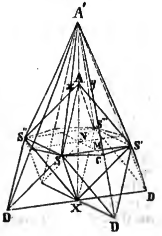
Die hier unmittelbar aus der Grundgestalt abgeleitete Reihe der Pyramiden ist die Hauptreihe dieser gleichartigen Gestalten.

Mehrere Spezies erläutern die Reihe der Pyramiden durch ihr Vorkommen in der Natur. Vier auf einander folgende Glieder sind am Scheelit, Idokras, Kupferkies bekannt, drei am Gelbbleierz, Zinnstein, Anatas. Noch häufiger als mehrere aufeinander folgende Glieder kommen die Base und die Grenzen vor, nämlich die beiden diagonalen quadratischen Prismen.

72. ABLEITUNG DER ZIRKONOIDE.

Die Analogie der Zirkonoide mit den Skalenoedern in ihren Verhältnissen zu den Pyramiden und den Rhomboedern ist unverkennbar. Wir werden durch die Betrachtung einer Figur wie 283 natürlich geleitet, ähnliche Gesetze für ihre Ableitung aufzusuchen.

Fig. 283.



Um die Verlängerung der Axe NA nach A' wie dort bewerkstelligen, und dadurch für den Werth der Axe des Zirkonoides ein $m.a$ hervorzubringen, und doch eine achtflächige Spitze als Resultat erhalten zu können, muss man erst die gleichschenkligen Dreiecke der Pyramide wie ASS' in Rhomben verwandeln. Diess geschieht, indem man SD parallel $S'A$ und $S'D$ parallel SA zieht. Nun kann man von den vier Punkten S und den vier Punkten D Linien gegen die obere Spitze ziehen, welche eben so viele Axenkanten hervorbringen. Ebenso viele werden auch gegen die untere

Spitze geneigt, in paralleler Lage erhalten. Sie müssen sich in einer Horizontalebene, einer Base schneiden.

Wird die Axe nur wenig verlängert, also m klein, so ist die der Fläche der Pyramide entsprechende Kante y der Pyramide grösser als die der Axenkante entsprechende Kante x. Ein grosses m gibt die Kante y kleiner als x. Der irrationale Werth $m = 1 + \sqrt{2}$ würde ein gleichkantiges Resultat geben, nämlich $y = x$. Um Verwechselungen zu vermeiden, wird m stets grösser als $1 + \sqrt{2}$ angenommen.

Zirkonoide, welche nach verschiedenen Ableitungszahlen aus einer Pyramide entstehen, heissen zu derselben, und zusammengehörige. Sie befinden sich auch gegen einander in paralleler Stellung, welche man daraus erkennt, dass die scharfen Axenkanten der Zirkonoide gleiche Lagen gegen einander und gegen die Pyramidenflächen besitzen.

Zusammengehörige Pyramiden und Zirkonoide werden durch P und Zm bezeichnet, von einer Pyramide nP erhält man ein Zirkonoid nZm. Die diagonale Stellung der Pyramiden nP′ zieht die gleiche Stellung der von denselben abzuleitenden nZ′m nach sich.

Die in der Natur am häufigsten vorkommende Ableitungszahl ist $m = 3$. Sie erscheint am Scheelit, am Idokras, am Zirkon, am Braunit; $m = 5$ am Scheelit, am Zinnstein.

Von jeder Pyramide lässt sich nach jedem Verhältnisse von m ein Zirkonoid ableiten. Man erhält dadurch zu der Reihe der Pyramiden für jedes m eine Reihe von Zirkonoiden, von welchen die auf einanderfolgenden Glieder sich in diagonaler Stellung gegen einander befinden, und die auf ähnliche Art wie die Pyramiden an beiden Endpunkten der Reihe begrenzt sind.

Die Bezeichnung der parallelen Reihen ist folgende:

o .... $\frac{1}{2}$P′, $\frac{1}{2}$P, P′, P, 2P′, 2P, 4P′ .... ∞P′, ∞P,
o .... $\frac{1}{2}$Z′m, $\frac{1}{2}$Zm, Z′m, Zm, 2Z′m, 2Zm, 4Z′m .... ∞Z′m, ∞Zm.

Je flacher die Pyramide, desto flacher das Zirkonoid, daher verschwinden die Flächen des letzteren in der Base ausgedrückt durch o. Der Querschnitt der Zirkonoide hängt lediglich von m ab, jede Reihe der Zirkonoide wird also durch ein Prisma begrenzt, welches mit den Gliedern der Reihe gleichen Querschnitt

besitzt, folglich ein symmetrisch achtseitiges ist. Es kommt aber auch in beiden Stellungen, der parallelen und der diagonalen vor.

Für diese Prismen erhält man aus den §. 50 gegebenen Formeln durch Substitution der unendlichen Axe $a = \infty$ folgende Ausdrücke:

$$\cos y = -\frac{2m}{m^2+1}$$

$$\cos x = -\frac{m^2-1}{m^2+1}$$

Für die Werthe 3, 4 und 5 erhält man die Winkel und Cosinusse wie folgt:

Prismen	$\cos y$	$\cos x$	y	x
$\infty Z3$	$-\frac{3}{5}$	$-\frac{4}{5}$	126° 52′ 12″	143° 7′ 48″
$\infty Z4$	$-\frac{8}{17}$	$-\frac{15}{17}$	118° 4′ 10″	151° 55′ 50″
$\infty Z5$	$-\frac{5}{13}$	$-\frac{12}{13}$	112° 37′ 12″	157° 22′ 48″

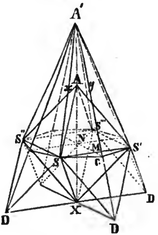
Das Prisma $\infty Z3$ kommt in beiden Stellungen vor am Idokras, in einer Stellung am Apophyllit, Wernerit, Rutil, Zinnstein, Kupferkies; $\infty Z5$ am Gelbbleierz, Zinnstein.

73. Ableitung der Nebenreihen der Pyramiden.

Wenn man berührende, zu beiden Seiten gleichgeneigte Ebenen in die gleichnamigen Axenkanten der Zirkonoide legt, und sie zum gänzlichen Umschlusse vergrössert, so entstehen Pyramiden, welche in Bezug auf ihre Axenverhältnisse, bei gleicher horizontaler Projektion nicht jederzeit mit den Gliedern der Hauptreihe übereinstimmen, sondern diese mit gewissen Coeffizienten multiplizirt darstellen.

In der Figur 284 stellt $A'X$ die halbe Axe, $\frac{m+1}{2}a$, einer Pyramide vor, deren halbe Seite der Basis $= DX = 1$; $A'N$, $\frac{m}{2}a$ die halbe Axe einer andern Pyramide, deren halbe Seite der Basis $= NS = \frac{1}{2}\sqrt{2}$ ist.

Fig. 284.



Die Coefficienten von a sind im ersten Falle für ein nP, $\frac{m-1}{2}$, im zweiten Falle für ein nP', $\frac{m}{2}$. Sie hängen von den Axenverhältnissen der Zirkonoide und Pyramiden ab. Wir leiten sie unmittelbar aus den Beobachtungen in der Natur ab, und zwar vornehmlich mit den Werthen von 3, 5, $\frac{1}{3}$ und $\frac{1}{5}$. Die krystallographischen Zeichen der Pyramiden enthalten ihre Axenlänge. Die Pyramide 3P kommt am Idokras, am Zirkon, $\frac{3}{2}$P' am Kupferkies, 5P am Zinnstein vor; die Glieder von $\frac{1}{3}$P am Gelbbleierz, Apophyllit, Idokras, Kupferkies, $\frac{1}{5}$P am Apophyllit, Anatas u. s. w. vor.

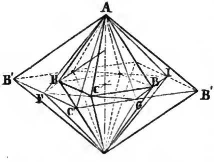
Die Pyramiden der Nebenreihen, welche nach gleichen Coefficienten, mit den Gliedern der Hauptreihe zusammenhängen, bilden unter sich ebenfalls Reihen, welche wie die Potenzen der $\sqrt{2}$ wachsen und abnehmen, oder Reihen nach den Potenzen von 2, von welchen jedes Glied ein begleitendes flacheres besitzt. Begrenzt sind sie durch die Base o, und durch die beiden quadratischen Prismen ∞P und ∞P'.

74. Ableitung und Bezeichnung orthotyper Gestalten.

Obwohl das Orthotyp keine Axe mit absoluter Symmetrie besitzt, so kann es dennoch mit der symmetrischen Pyramide verglichen werden, zu dem Zwecke, um die Methoden der Ableitung, welche bei jenen angewendet werden konnten, auch hier zur Auffindung der Verhältnisse zu benützen, welche wir an den mit demselben im Zusammenhang stehenden Formen beobachten.

Zuerst stellen wir das Orthotyp mit einer seiner prismatischen Axen aufrecht; sie wird als Hauptaxe betrachtet. Man legt nun

Fig. 285.



zu beiden Seit n gleichgeneigte Ebenen, wie bei der Pyramide in die Axenkant n *AB*, *AC* Fig. 285, und vergrössert sie bis zum gänzlichen Umschluss des Raumes.

Die so resultirende ist nun freilich keine dem Orthotype ähnliche Gestalt, denn sie ist nicht von acht gleichen und ähnlichen Flächen begrenzt, sondern von einer ebenso grossen Anzahl, die sich nur zu vieren gleich und ähnlich sind, sowie die Ableitungsebenen in die vier scharfen oder vier stumpfen Kanten gelegt wurden. Sie ist also auch keine einfache Gestalt. Hier dient sie uns aber zuvörderst als Mittel, als Zwischengestalt, um die Aufgabe zu lösen, ein anderes Orthotyp aus dem gegebenen zu construiren. Sie nimmt die Stelle der mit nP' bezeichneten begleitenden Pyramide ein. Ihre Basis ist ein Rechteck.

Wir legen in die Axenkanten derselben *AF*, *AG* berührende Ebenen, nicht gleich, sondern dergestalt geneigt, dass die Durchschnitte von der oberen und der unteren Spitze wie *C'B'*, den Seiten der Basis der Grundgestalt *BC* parallel sind. Sowie *FI* das um den Rhombus *BB* beschriebene Rechteck war, so ist *B'B'* wieder der um *FI* herumbeschriebene dem *BB* ähnliche Rhombus. Da nun $CB = C'G$, und auch $= GB'$, so ist *C'B'* die Seite desselben doppelt so gross als die Seite der Basis der Grundgestalt. Es ist ferner klar, dass bei gleicher Basis das umgekehrte Verhältniss in den Axen stattfinden muss, oder dass die Axe des abgeleiteten Orthotypes halb so gross ist, als die Axe der Grundgestalt.

Die Bezeichnung drückt das Axenverhältniss dieser Formen aus. Die Grundgestalt wird durch O bezeichnet, das Orthotyp mit halber Axenlänge durch $\frac{1}{2}$O. Die gleichen Verhältnisse finden durch immer flachere und immer schärfere Zwischengestalten bei immer flacheren und immer schärferen Orthotypen statt. Es gibt

sich also eine Reihe von Gliedern, deren Axen nach dem Gesetze von 2^n wachsen und abnehmen, sammt ihren Grenzen:

$$o \ldots \tfrac{1}{4}O,\ \tfrac{1}{2}O,\ O,\ 2O,\ 4O \ldots \infty O.$$

Die Grenze oO oder o, das Orthotyp von unendlich kleiner Axe ist begreiflich eine Ebene senkrecht auf die Axe der Grundgestalt, oder die Base; die Grenze ∞O aber ein rhombisches Prisma, der Axe parallel, und in dieser Richtung unbegrenzt, dessen Querschnitt in Bezug auf seine Winkel mit der Basis der Grundgestalt, und aller Glieder der Reihe übereinstimmt. Die hier unmittelbar aus der Grundgestalt abgeleitete Reihe ist die Hauptreihe der Orthotype.

Wir untersuchen aber nun die oben erhaltene Gestalt, welche analog der begleitenden Pyramide P′ durch Ebenen in die Kanten des Orthotypes O gelegt, hervorgebracht wurde. Da die Flächen nur zu vieren übereinstimmen, so müssen diese mit Ausschluss der dazwischenliegenden vergrössert werden. Daraus entsteht ein rhombisches Prisma, dessen unbegrenzte Axe horizontal liegt, und zwar entweder:

1. in der Richtung der kurzen Diagonale der Grundgestalt, wenn man die Flächen vergrössert, welche in die scharfen Axenkanten derselben gelegt werden; oder

2. in der Richtung der langen Diagonale der Grundgestalt, wenn man die Flächen vergrössert, welche in die stumpfen Axenkanten derselben gelegt wurden.

Zu jedem Orthotyp, sey es der Grundgestalt, sey es der abgeleiteten, erhalten wir auf diese Art zwei zugehörige horizontale Prismen, oder Domen. Eines derselben wird wie oben §. 57 angeführt durch $\bar{D}$, das breite Doma, bezeichnet, und dieses hat seine horizontale Axe in der Richtung der langen Diagonale, die Flächen liegen in den stumpfen Axenkanten von O, und erscheinen als breite Abstumpfungen derselben, wenn sie diesen Kanten parallel die Form wirklich schneiden. Das andere Doma $\breve{D}$, das schmale Doma, bezeichnet, hat seine horizontale Axe in der Richtung der kurzen Diagonale, die Flächen liegen in den scharfen Axenkanten von O, und erscheinen als schmale Abstumpfungen derselben, wenn sie diesen

Kanten parallel, bei gleicher Tiefe mit $\bar{D}$ die Form wirklich schneiden. Die prosodischen Zeichen –, die lange, schwere, βάρεια, und ⌣ die kurze, scharfe, ὀξεῖα, sind daher vollkommen passend in der krystallographischen Bezeichnungsmethode den breiten und schmalen Flächen beigelegt.

Zu der Hauptreihe der Orthotype gehören zwei Hauptreihen von Domen, welche wie folgt, zwischen ihren Grenzen stehen.

$$o \ldots \tfrac{1}{4}O,\ \tfrac{1}{2}O,\ O,\ 2O,\ 4O \ldots \infty O$$

$$o \ldots \tfrac{1}{4}\breve{D},\ \tfrac{1}{2}\breve{D},\ \breve{D},\ 2\breve{D},\ 4\breve{D} \ldots \infty\breve{D}$$

$$o \ldots \tfrac{1}{4}\bar{D},\ \tfrac{1}{2}\bar{D},\ \bar{D},\ 2\bar{D},\ 4\bar{D} \ldots \infty\bar{D}$$

Die Domen von unendlich kleiner Axe, fallen mit dem Orthotype oO, zu dem sie gehören, in eine abgekürzt durch o bezeichnete Ebene. Die Grenzflächen $\infty\breve{D}$ liegen in der scharfen, die Grenzflächen $\infty\bar{D}$ in der stumpfen Kante des vertikalen rhombischen Prismas ∞O, dessen Querschnitt gleich ist dem Querschnitte der Orthotype. Sie sind die Diagonalen, oder Diagonalflächen. Stellen wir das Orthotyp O mit seiner stumpfen Axenkante gerade vor uns, so wird nach GUSTAV ROSE's Ausdruck, $\infty\bar{D}$ zur Querfläche, $\infty\breve{D}$ zur Längsfläche.

Die Hauptreihe der Orthotype, ihre Grenzen und die zugehörigen Domen sammt deren Grenzen kommen sehr häufig in der Natur vor, wenn auch die ersteren nur in einem, oder wenigen Gliedern. Der Topas hat drei auf einanderfolgende $\tfrac{1}{2}O$, O, $2O$, die zu $2O$ gehörigen Domen $2\breve{D}$ und $2\bar{D}$, auch $4\breve{D}$, ferner ∞O, $\infty\breve{D}$, $\infty\bar{D}$; Aragon, Baryt, Weissbleierz, Bournonit zeigen viele von den hierher gehörigen Formen.

Die Methode der Ableitung, welche als Resultat aus den Pyramiden Zirkonoide erzeugte, lässt sich ebenfalls auf das Orthotyp anwenden. Es ist ein nicht geringer Beweis von dem Scharfsinne MOHS, dass er auf diese Art die Veränderungen, welche man in der Richtung von allen drei Axen, oder wenn ja eine konstant genommen wird, in der Richtung von zweien anzunehmen geneigt seyn müsste, auf die Veränderungen in einer einzigen vermittelst gewisser geometrischer Construktionen übertrug. Nur wenn man die Veränderungen in den Diagonalen

von den Veränderungen in den Axen abhängig machen kann, lässt sich erwarten, dass wir endlich eine Regel darin entdecken werden.

Nach der Construktion von Mohs werden wie bei der Pyramide in Fig. 286 zuerst die dreiseitigen Flächen des Orthotypes erweitert und darin entgegengesetzte ähnliche Dreiecke verzeichnet, um die Punkte DD' zu bestimmen; nun wird die Axe zu beiden Seiten gleich verlängert nach einer Zahl m, so dass ma die Axe der zu erhaltenden Form darstellt, wenn die Axe des Orthotypes $= a$ ist. Nun zieht man Linien von den unterhalb der Basis bestimmten Punkten D gegen den oberen Endpunkt A' der verlängerten Axe, von den Ecken des Orthotypes gegen beide Enden. In diese Linien werden Ebenen gelegt, die sich sämmtlich in einer horizontalen Basis schneiden, welche die Figur eines halbsymmetrischen Achteckes Fig. 287 besitzt. Diese Basis ist das Analogon des symmetrischen Achtecks der Basis der Zirkonoide. Da nun aber die Linien SC zwar alle vier unter einander gleich, verschieden aber von den wieder unter einander gleichen $S'C$ sind, so werden sie zu vieren verlängert, wodurch die an denselben anliegenden Flächen sich dergestalt schneiden, dass aus jeder von den unmittelbar erhaltenen, zwischen den kurzen Diagonalen der Grundgestalt breitgedrückten zirkonoidähnlichen Körpern, zwei Orthotype entstehen, welche einen von dem Querschnitt der Grundgestalt verschiedenen Querschnitt besitzen.

Fig. 286.

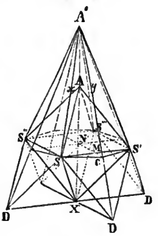
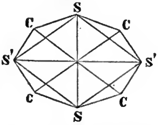
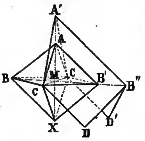


Fig. 287.



Es sei die kurze Diagonale *c* Fig. 288 in der Ableitung unverändert, die Axe verlängert, so dass $A'M = m.AM$. Die

Fig. 288.



Diagonale der Basis MB'' wird ebenfalls gleich $m.MB'$, denn der Durchschnitt $A'B''$ muss parallel seyn den beiden Parellelen $C'D$ und CD', welche wieder beide nach der Construktion parallel sind der Axenkante AB'. Aus der Aehnlichkeit der Dreiecke $A'MB''$ und AMB' folgt das obige gleiche Verhältniss. Das Verhältniss der Diagonalen in der abgeleiteten Gestalt ist sonach durch die Construktion abhängig von der Verlängerung der Axe.

Mohs hat dieses Verhältniss in der Bezeichnung auszudrücken gesucht und zu diesem Behufe den Orthotypen unähnlichen Querschnittes eine Art von Zeichen gegeben, wie die im Zusammenhange mit den Pyramiden angewendete für die Zirkonoide. Die Uebersicht der wirklichen Axen- und Diagonalenverhältnisse tritt dadurch in den Hintergrund. Wir suchen vorzugsweise die letzteren fest zu halten und bezeichnen ein unbestimmtes Orthotyp von unähnlicher Base durch mOn, wobei m direkt den Verlängerungs-Coefficienten der Axe, n den Verlängerungs-Coefficienten derjenigen Diagonale der Basis bedeutet, deren Zeichen ‒ (lang, breit) oder ⌣ (kurz, schmal) über dem Buchstaben O angezeigt ist. Die Orthotype mŌn erscheinen zunächst den stumpfen Ecken oder Axenkanten der Grundgestalt mit breitern Flächen, die Orthotype mŎn zunächst den scharfen Ecken oder Axenkanten der Grundgestalt mit schmälern Flächen, und besitzen in der Ableitung die anliegende Diagonale der Basis gemeinschaftlich. Der Werth von n ist daher immer grösser als 1, und dies erlaubt insbesondere die Verschiedenheit der Basen bei einer Species gut zu übersehen. Der Werth von m wird bei abnehmender Axe kleiner als 1.

Von jedem Glied der Hauptreihe folgt ein mŌ̆n. Die Hauptreihe der Orthotype begleitet von den zwei Reihen derer von abweichenden Basen sammt ihren Grenzen erscheint wie folgt:

$$o \ldots \frac{m}{2}\breve{O}n,\quad m\breve{O}n,\quad 2m\breve{O}n \ldots \infty\breve{O}n,$$

$$o \ldots \tfrac{1}{2}O,\quad O,\quad 2O \ldots \infty O,$$

$$o \ldots \frac{m}{2}\bar{O}n,\quad m\bar{O}n,\quad 2m\bar{O}n \ldots \infty\bar{O}n.$$

Die Grenzen von unendlich kleiner Axe fallen sämmtlich in der Ebene senkrecht auf die Axe mit dem Zeichen o zusammen. Die Grenzen $\infty\breve{O}n$ sind Prismen, deren Flächen mehr gegen die scharfe, $\infty\bar{O}n$ mehr gegen die stumpfe Kante von ∞O geneigt, mit dem entsprechenden Querschnitt, dessen Diagonale im ersten Falle durch $b : nc$, im zweiten durch $nb : c$ dargestellt werden, wo b die grosse, c die kleine Diagonale der Grundgestalt ist.

Die Construktion zur Ableitung von Orthotypen, welche zwar mit der Grundgestalt gleiche Basen haben, aber deren Axen nicht in den Verhältnissen von Potenzen der Zahl 2 stehen, also von Gliedern aus Nebenreihen, lässt sich auf das Verfahren bei Pyramiden in §. 73 zurückführen. Die Axen derselben werden durch m.a, sie selbst durch das krystallographische Zeichen mO ausgedrückt.

Zu jedem Orthotyp aus einer Nebenreihe gehört ein Domenpaar $m\breve{D}$ und $m\bar{D}$, deren Flächen als berührende Ebenen in der Lage der scharfen und stumpfen Axenkante mit jenen übereinstimmen. Die Reihe der Orthotype selbst mit ihren Domen ist folgende:

$$o \ldots \frac{m}{2}O,\quad mO,\quad 2mO \ldots \infty O$$

$$o \ldots \frac{m}{2}\breve{D},\quad m\breve{D},\quad 2m\breve{D} \ldots \infty\breve{D}$$

$$o \ldots \frac{m}{2}\bar{D},\quad m\bar{D},\quad 2m\bar{D} \ldots \infty\bar{D}$$

Die Grenzen fallen gänzlich mit denen der Hauptreihe zusammen.

Als Beispiel von mancherlei Orthotypen und ihren Grenzen, mit ähnlichen und unähnlichen Querschnitten, von Domen in den Haupt- und in Nebenreihen und ihren Grenzen, mögen hier die

Zeichen der Formen stehen, welche am Baryt beobachtet worden sind*): o, O, ∞O; $3\bar{O}\frac{3}{2}$; $\breve{O}2$, $\frac{1}{3}\breve{O}2$, $2\breve{O}2$, $\infty\breve{O}2$; $3\breve{O}3$, $\infty\breve{O}3$; $\breve{O}4$, $4\breve{O}4$, $\infty\breve{O}4$; $5\breve{O}5$, $\infty\breve{O}5$; $\infty\breve{O}6$; $8\breve{O}8$; $\frac{1}{2}\bar{D}$, $\bar{D}$, $\frac{3}{2}\bar{D}$, $2D$, $\infty\bar{D}$; $\breve{D}$, $\infty\breve{D}$.

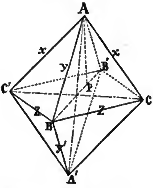
Die häufigsten Verhältnisse in den vertikalen Prismen überhaupt sind die von $\infty\breve{\bar{O}}2$ und $\infty\breve{\bar{O}}3$.

75. Ableitung und Bezeichnung augitischer Gestalten.

Bei den Orthotypen wurde unter den drei gleichartigen prismatischen Axen zum Behufe der Ableitung eine als Hauptaxe angenommen. Bei den Augitoiden müssen wir noch den Charakter einer einfachen Gestalt suppliren, da sie nicht von sämmtlich gleichen und ähnlichen Flächen, sondern nur von Doppelpaaren solcher Flächen begrenzt sind. Uebrigens beziehen sich alle geometrischen Ableitungskonstruktionen, die bei dem Orthotyp anwendbar sind, so genau auch auf die Augitoide, dass man sie nur im Allgemeinen durchzugehen nothwendig hat, um die Verschiedenheiten und die darauf gegründete Bezeichnung aufzusuchen.

Um die Symmetrie leicht zu erkennen, ist es vortheilhaft bei dem Studio des Augitoides und der damit zusammenhängenden Gestalten die **Methode der Projektionen** in ausgedehntem Masse anzuwenden. Man betrachtet nämlich die Kanten verzeichnet:

Fig. 289.



1. auf eine Ebene senkrecht auf die abweichende Axe AA' Figur 289;

2. auf einer Ebene senkrecht auf der Diagonale BB' in der Ebene der Abweichung;

3. auf einer Ebene senkrecht auf der Queraxe CC'. Die Kanten erscheinen dann genau in der Lage, welche die Projektion derselben auf den drei Hauptschnitten der

*) Mohs II. Theil v. Zippe, p. 122.

Orthotype annimmt, wenn man sie in der Richtung der Axen verzeichnet.

Die Construktion des Legens der berührenden Ebenen in die Axenkanten gibt beim Augitoid eine Zwischengestalt, von acht Dreiecken begrenzt, zwei Paare gleichschenklig, spitziger und stumpfer, mit ihren Grundlinien sich berührend zwischen den Endpunkten der Axe und der Diagonale, und vier ungleichseitig an der Queraxe anliegend. Die Basis derselben ist ein Rechteck.

Um dieses Rechteck wird ein Rhombus beschrieben, ähnlich der Basis der Grundgestalt A, in welcher also alle Linien doppelt so gross sind als in jener. Die Basen gleich gesetzt, erhält man das umgekehrte Verhältniss für die Axen, also die Axe des abgeleiteten Augitoides, halb so gross als die Axe von *A*. Die Bezeichnung drückt dieses Axenverhältniss aus; die abgeleitete Gestalt ist $\frac{1}{2}A$, oder da man die oberen und unteren Flächen für $\pm\frac{A}{2}$ gesondert betrachten muss, $\pm\frac{\frac{1}{2}A}{2}$. Durch fortgesetztes Ableiten mit neuen Zwischengestalten folgt die Hauptreihe

$$o\left\{\begin{matrix}\ldots+\frac{\frac{1}{2}A}{2}, & +\frac{A}{2}, & +\frac{2A}{2}\ldots \\ \ldots-\frac{\frac{1}{2}A}{2}, & -\frac{A}{2}, & -\frac{2A}{2}\ldots\end{matrix}\right\}\infty A.$$

Die Grenze o ist die Basis des Augitoides, die Grenze ∞A das rhombische Prisma, welches der abweichenden Axe parallel die Kanten an der Basis berührt.

Die Zwischengestalt ist wie die zu den Orthotypen gehörige, keine einfache, sie zerfällt in ein Doma, und zwei Hemidomen.

Das Doma wird durch die vier gleichen Flächen gebildet, seine Axe liegt in der Diagonale der Basis, es ist also ein Längsdoma, und wird durch $\breve{D}$ bezeichnet, je nach den Winkeln der Basis.

Das obere, und das untere, oder das diesseitige und jenseitige Hemidoma aus den einzelnen Flächenpaaren bestehend, werden durch + und — unterschieden, in den Zeichen $\pm\frac{\breve{H}}{2}$, je nach den Winkeln der Base. Es sind Querhemidomen.

Zu jedem Glied der Hauptreihe gehören Formen dieser Art, also auch zu den Grenzen. Anschliessend den obigen Zeichen ist also die Hauptreihe der Domen und Hemidomen folgende; und zwar für den Fall, dass *MB* grösser ist als *MC*.

$$o \ldots\ldots \tfrac{1}{2}\bar{D}, \quad \bar{D}, \quad 2\bar{D} \ldots\ldots \infty\bar{D}$$

$$\left.\begin{matrix} o \ldots + \frac{\frac{1}{2}\breve{H}}{2}, \quad + \frac{\breve{H}}{2}, \quad + \frac{2\breve{H}}{2} \ldots \\ o \ldots - \frac{\frac{1}{2}\breve{H}}{2}, \quad - \frac{\breve{H}}{2}, \quad - \frac{2\breve{H}}{2} \ldots \end{matrix}\right\} \infty\breve{H}$$

Die Flächen der Formen von unendlich kleiner Axe fallen in der Fläche o zusammen, die anderen Grenzen sind der Axe parallel, und zwar nach dem Ausdrucke von G. Rose $\infty\bar{D}$ die Längsfläche, $\infty\breve{H}$ die Querfläche.

Augitoide unähnlichen Querschnittes mit der Grundgestalt erhält man wie bei den Orthotypen. Ihr Zeichen ist für die oberen und unteren Flächenpaare $+\frac{m\breve{A}n}{2}$ und $-\frac{m\breve{A}n}{2}$, und $+\frac{m\bar{A}n}{2}$ und $-\frac{m\bar{A}n}{2}$, je nachdem sie den scharfen, oder den stumpfen Ecken der Basis zunächst anliegen. Die Reihen derselben stellen sich zu den obigen wie folgt:

$$o \ldots \pm\frac{m\breve{A}n}{2} \ldots \infty\breve{A}n$$

$$o \ldots \pm\frac{m\bar{A}n}{2} \ldots \infty\bar{A}n$$

Die Grenzen parallel der Axe sind Prismen unähnlichen Querschnittes mit ∞A.

Endlich werden auch noch Augitoide mit ähnlichen Basen, aus Nebenreihen, und die zugehörigen Längsdomen und Querhemidomen abgeleitet, die Reihen derselben mit folgenden Zeichen:

$$o \;\ldots\; \pm\frac{mA}{2} \;\ldots\; \infty A$$

$$o \;\ldots\; \pm\bar{D} \;\ldots\; \infty\bar{D}$$

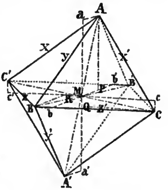
$$o \;\ldots\; \pm\frac{\breve{H}}{2} \;\ldots\; \infty\breve{H}$$

Es trägt weniger zur Klarheit der Darstellung bei, diese Verhältnisse im Allgemeinen nachzuweisen, als wenn sie später bei den Kombinationen in konkreten Fällen entwickelt werden.

76. Ableitung und Bezeichnung anorthischer Gestalten.

Die Vergleichung mit der mehr symmetrischen Form des Augitoides ist im Stande, dem Krystallographen einen Anhaltspunkt bei der Beurtheilung der Anorthoide Fig. 290, und der damit zusammenhängenden Formen zu gewähren. Nur die einander parallel gegenüber liegenden Flächen sind einander gleich. Dennoch kann man auf das Anorthoid genau dieselben Ableitungskonstruktionen anwenden, wie auf das Augitoid, das Orthotyp oder die Pyramide, nur dass die daraus erhaltenen Formen bis auf das Letzte nach Massgabe ihrer verschiedenartigen Flächen zerlegt werden müssen, nämlich in lauter einzelne Flächenpaare.

Fig. 290.



Durch die berührenden Ebenen wird eine **Zwischengestalt**, selbst ein **Anorthoid**, aber mit **unähnlicher Basis**, und dann ein flacheres **Anorthoid** mit **ähnlicher Basis** erhalten. Die Fortsetzung des Prozesses liefert eine Reihe mit ihren Grenzen, die Flächen der Anorthoide nach oben und unten oder diesseits und jenseits durch + und —, nach rechts und links durch r und l unterschieden.

$$o \ldots \pm{}^{r}_{l}\frac{\tfrac{1}{2}A}{4},\ \pm{}^{r}_{l}\frac{A}{4},\ \pm{}^{r}_{l}\frac{2A}{4} \ldots {}^{r}_{l}\frac{\infty A}{2}$$

Die eine Grenze ist die Basis, die andere ein rhomboidisches Prisma, oder **zwei Hemiprismen**, ein rechtes und ein linkes, deren Axe der geneigten Axe von A parallel ist. Auch der Querschnitt senkrecht auf seine Kanten ist ein Rhomboides.

Die Zwischengestalt gibt nur **Hemidomen**, da die Neigung von allen Seiten ungleich ist. Man erhält unter der Voraussetzung, dass *MB* grösser ist als *MC*, für das Grund-Anorthoid die zugehörigen oberen und unteren **Querhemidomen** durch $+\frac{\breve{H}}{2}$ und $-\frac{\breve{H}}{2}$, die rechten und linken **Längshemidomen** durch $r\frac{\bar{H}}{2}$ und $l\frac{\bar{H}}{2}$ ausgedrückt. Zu den obigen Reihen gehören demnach:

$$o \ldots \pm\frac{\frac{1}{2}\breve{H}}{2},\quad \pm\frac{\breve{H}}{2},\quad \pm\frac{2\breve{H}}{2} \ldots \infty\breve{H}$$

$$o \ldots {}^{r}_{l}\frac{\frac{1}{2}\bar{H}}{2},\quad {}^{r}_{l}\frac{\bar{H}}{2},\quad {}^{r}_{l}\frac{2\bar{H}}{2} \ldots \infty\bar{H}$$

Die Flächen von unendlich kleiner Axe fallen in der oFläche zusammen, die Grenze der Querhemidomen $\infty\breve{H}$ ist die **Querfläche**, die der Längshemidomen $\infty\bar{H}$ die **Längsfläche**.

Anorthoide unähnlichen Querschnittes mit der Grundgestalt erhält man wie bei den Augitoiden und Orthotypen. Nur sind sie aus ganz ungleichen Flächen zusammengesetzt, und werden ein jedes durch das vierfach verschiedene Zeichen $\pm{}^{r}_{l}\frac{mAn}{4}$ nach diesseits und jenseits, rechts und links ausgedrückt, und zwar $\pm{}^{r}_{l}\frac{m\breve{A}n}{4}$ für die Flächen zunächst den schärferen, $\pm{}^{r}_{l}\frac{m\bar{A}n}{4}$ für die Flächen zunächst den stumpferen Kanten und Ecken.

Die Reihen derselben stellen sich zu den oben angeführten wie folgt:

$$o \ldots\ldots \pm{}^{r}_{i}\frac{m\breve{A}n}{4} \ldots\ldots \infty{}^{r}_{i}\frac{\breve{A}n}{2}$$

$$o \ldots\ldots \pm{}^{r}_{l}\frac{m\bar{A}n}{4} \ldots\ldots \infty{}^{r}_{i}\frac{\bar{A}n}{2}$$

Die Grenzen parallei der Axe sind **H e m i p r i s m e n**, von denen selbst je zwei zusammengehörige Flächenpaare einen rhomboidischen Querschnitt zeigen.

Endlich werden auch noch Anorthoide mit ähnlichen Basen aus Nebenreihen und den zugehörigen Quer- und Längs-Hemidomen abgeleitet, die Reihen derselben mit folgenden Zeichen:

$$o \ldots\ldots \pm{}^{r}_{l}\frac{mA}{4} \ldots\ldots {}^{r}_{l}\frac{\infty A}{2}$$

$$o \ldots\ldots \pm\frac{m\breve{H}}{2} \ldots\ldots \infty\breve{H}$$

$$o \ldots\ldots {}^{r}_{l}\frac{m\bar{H}}{4} \ldots\ldots \infty\bar{H}$$

Nur wenige Flächen erscheinen von jeder einzelnen Gestalt, daher die vollständige allgemeine Auseinandersetzung selbst weniger einfach erscheint, als die Beispiele, welche die Natur liefert, doch ist nur in dieser Allgemeinheit der Schlüssel zu finden, um die Verhältnisse selbst im Zusammenhange zu erfassen.

77. Krystallsystem.

Ein **K r y s t a l l s y s t e m** ist der Inbegriff aller derjenigen Formen, welche aus einer **G r u n d g e s t a l t** von **u n b e s t i m m t e n** Abmessungen abgeleitet werden können. Sie sind nicht Zusammenstellungen von Formen überhaupt nach gewissen Klassifikationsgründen, sondern Inbegriffe von Formen, deren Verhältnisse gegeu einander auf das Genaueste bestimmt sind und welche durch die bei der Ableitung angewandten geometrischen Konstruktionen entdeckt und erläutert werden. Die Zerlegung der Formen begründet die Unterabtheilungen derseiben.

Es gibt sechs solche Krystallsysteme:

1. das tessularische,
2. das rhomboedrische,

3. das pyramidale,
4. das prismatische,
5. das augitische,
6. das anorthische.

Sie werden von den meisten Krystallographen angeführt, unter mancherlei synonymen Benennungen:

	Mohs.	Hausmann.	Weiss.	Naumann.	Breithaupt.
1	tessularisch	isometrisch	regulär	tesseral	tesseral
2	rhomboedrisch	monotrimetrisch	drei- und einaxig	hexagonal	hexagonal
3	pyramidal	monodimetrisch	zwei- u. einaxig	tetragonal	tetragonal
4	orthotyp		ein- und einaxig	rhombisch	
5	hemiorthotyp	trimetrisch	zwei- u. eingliedrig	monoklinoedrisch	rhombisch.
6	anorthotyp		ein- und eingliedrig	triklinoedrisch	

1. Das tessularische System wird aus dem Hexaeder abgeleitet. Es enthält folgende einfache Gestalten: 1. das Hexaeder, 2. das Oktaeder, 3. das Granatoid, 4. die Fluoroide, 5. die Galenoide, 6. die Leuzitoide, 7. die Adamantoide.

Die zwei hemiedrischen Abtheilungen desselben enthalten folgende einfache Gestalten, und zwar: I. die tetraedrische 1. das Hexaeder, 2. die zwei Tetraeder, 3. das Granatoid, 4. die Fluoroide, 5. die Deltoeder, 6. die Kyproide, 7. die Borazitoide; II. die pyritoidische 1. das Hexaeder, 2. das Oktaeder, 3. das Granatoid, 4. die Pyritoide, 5. die Galenoide, 6. die Leuzitoide, 7. die Diploide.

2. Das rhomboedrische System hat das Rhomboeder zur Grundgestalt, die einfachen Formen desselben sind: 1. die Rhomboeder, 2. die Skalenoeder, 3. die Quarzoide, mit ihren Grenzen, der Base und den sechs- und zwölfseitigen Prismen.

Die diploedrische Abtheilung enthält: 1. die Dirhomboeder, 2. die Berylloide, 3. die Quarzoide, sammt den Grenzen.

Die hemiedrischen Abtheilungen enthalten, und zwar: 1. die tetraedrischen die polarischen Hälften der rhomboe-

drischen Formen; 2. die pyritoidischen statt der Skalenoeder oder Berylloide, Rhomboeder und Quarzoide in abweichender Stellung; 3. die gyroidischen, statt der Rhomboeder dreiseitige Pyramiden, statt der Quarzoide Rhomboeder in diagonaler Stellung, statt der Skalenoeder und Berylloide, Plagieder und Diplagieder.

3. Das pyramidale System hat zur Grundgestalt die Pyramide. Es enthält: 1. die Pyramiden, 2. die Zirkonoide, mit ihren Grenzen, der Base und den vier- und achtseitigen Prismen.

Die tetraedrische Abtheilung enthält statt der vorigen: 1. Spenoide, 2. Disphene.

Die pyritoidische Abtheilung, statt per Zirkonoide Pyramiden in abweichender Stellung.

4. Das prismatische oder orthotype System hat zur Grundgestalt das Orthotyp. Es enthält Orthotype sammt ihren Domen, und den Grenzen, den Prismen, der Base und den Diagonalen.

Die tetraedrische Abtheilung enthält statt der Orthotype Tartaroide. Polarische Hemiedrie bietet verschiedene Flächen an den entgegengesetzten Enden.

5. Das augitische System, aus dem Augitoide abgeleitet, enthält die zu zwei schiefliegenden rhombischen Prismen sich auflösenden Augitoide, ihre Längsdomen, Querhemidomen, Prismen, Base, Längs- und Querflächen.

6. Das anorthische System aus dem Anorthoide abgeleitet, enthält die in vier einzelne Flächenpaare sich auflösenden Anorthoide, ihre Längs- und Querhemidomen, Hemiprismen, Base, Längs- und Querflächen.

Ein 7tes Krystallsystem ist von Mohs angenommen, und nach der Grundgestalt dem Hemianorthotyp das hemianorthotype genannt worden, von Naumann das diklinoedrische. Mitscherlich hat durch Messungen am unterschwefligsaurem Kalk nachgewiesen, dass die Daten, auf welchen jene theoretische Annahme beruht, sich in der Natur finden. Dennoch begreifen wir dieses System als besonderen Fall unter dem anorthischen, weil doch die vier Paare von Flächen der Grundgestalt nach §. 61 gänzlich von einander verschieden sind, und der noch übrige rhombische Schnitt, in der Projektion nach der schief gegen denselben gestellten Axe gleichfalls als Rhomboides erscheint.

Die vier Krystallsysteme, das tessularische, das rhomboedrische, das pyramidale, das prismatische wurden von Mohs während seiner Vorträge in Gratz entwickelt, und bilden die Grundlage seiner krystallographischen Methode. Erst nachdem diese vielfältig erprobt, und auf das ganze Mineralreich angewandt war, wurde sie in den zwei Auflagen der „Charakteristik" und im „Grundrisse der Mineralogie" öffentlich bekannt gemacht. Schon früher hatte Weiss einige allgemeine Resultate ähnlicher Art erhalten, aber sie nur in einzelnen Abhandlungen niedergelegt. Daher denn erst die Bekanntwerdung von Mohs Arbeit auch denen von Weiss allgemeine Anerkennung und Geltung verschafften.

Gerne hätte ich die vor langer Zeit zwischen den beiden Krystallographen Mohs und Weiss besprochenen Frage der Priorität in der Aufstellung der Krystallsysteme mit Stillschweigen übergangen, Ersteren über die Ansprüche des Letztern hinlänglich gerechtfertigt haltend, wäre nicht in dem neuen schönen Werke von Dufrénoy *), von Neuem Alles für Weiss, gegen Mohs in Anspruch genommen worden. Mein verehrter Lehrer ist nicht mehr, mir geziemt es daher, einem Widerspruche gegen eine solche unrichtige Darstellung die ganze Publizität zu geben, welche es mir zu geben möglich ist, indem ich denselben in diesem Handbuche niederlege. Aus Hrn. Dufrénoys Darstellung erhellt, dass er weder Mohs glänzende Widerlegung der Weissischen Ansprüche in Schweiggers Jahrbuch **), noch auch die Mohsischen Werke und ihre Methode selbst gegenwärtig hatte, als er sein Urtheil niederschrieb. Er hat aus Mangel an Kenntniss in dieser Beziehung gefehlt. Wenn ich aber nun aufrichtig bedauern muss, gezwungen worden zu seyn, gegen den Ausspruch eines Mannes von Dufrénoys Verdiensten aufzutreten, so ist doch die Befriedigung noch grösser, welche ich fühle, dass ich noch da bin, für meinen nun verewigten grossen Lehrer zur Vertheidigung in die Schranken zu treten, wozu mich dieser in der angeführten Widerlegung in Schweiggers Journal aufrief. Ich habe die eilf

*) Traité de Minéralogie. Paris 1844. I. p. 141.
**) 1823. Band VII. pag. 216.

Jahre von 1812 bis 1823 in MOHS Gesellschaft zugebracht, noch ist mir der Entwickelungsgang der Arbeit meines Meisters gegenwärtig, an der ich später selbst Theil nahm. Die WEISSische Abhandlung *„De indagando“* vom Jahre 1809 wurde MOHS und mir erst nach WEISS Reklamation, die späteren Abhandlungen nur theilweise, und erst, nachdem MOHS seine Hauptsätze längst entwickelt hatte, bekannt. MOHS hat seine vier Krystallsysteme unabhängig aufgestellt, das Studium der Natur und ROMÉ DE L'ISLES und HAÜYS Werke zum Grunde legend, ohne von der WEISSischen Arbeit Kenntniss zu haben, die übrigens auch von ganz verschiedenen Prinzipien ausgehen.

Die Aufnahme der zwei Krystallsysteme, des augitischen und des anorthischen, in der MOHSischen Methode gründeten sich auf die genauern Messungen, welche ich an der Kupferlasur, dem Epidot, dem Glaubersalz angestellt hatte, und die es nicht erlaubten, sie auf rechtwinklige Abmessungen zu bringen. HAÜY hatte bereits eine Neigung der Flächen in der Grundgestalt angenommen, WEISS aber vorzüglich dahin gearbeitet, sie auf rechtwinklige Verhältnisse zu reduziren. Daher denn wohl auch die Feststellung der Systeme in der MOHSischen Methode als ihre eigentliche Begründung angesehen werden darf.

78. KRYSTALLREIHE.

Nimmt man zur Ableitung eine, ihren Abmessungen nach bestimmte Grundgestalt, so entsteht eine Krystallreihe, und man benennt diese nach denjenigen Mineralspezies, an welchen sie vorkommen. Die sämmtlichen Krystallreihen sind in den gleichartigen Krystallsystemen enthalten, sie sind nähere Bestimmungen derselben für besondere Fälle, oder gegentheils sind jene Abstraktionen von diesen, indem von der Beobachtung in der Natur erst die Krystallreihen folgen, und aus dem Begriffe dieser der allgemeinere Begriff der Krystallsysteme gebildet wird.

Die Krystallreihe des Kalkspathes ist der Inbegriff jener Formen, welche aus einem Rhomboeder von 105° 5′ abgeleitet werden können. Indem man die im Vorhergehenden gegebenen allgemeinen Regeln auf dieses, oder auf die Rhomboeder anderer Spezies anwendet, erhält der Begriff der Krystallreihen,

und folglich auch der Krystallsysteme einen sehr grossen Umfang. Es ist indessen doch nicht rathsam, unbedingt die Uebersicht aus einem höheren Standpunkte, mit ausführlicher Detailkenntniss zu verwechseln, oder sie an die Stelle jener zu setzen; sie würde sonst das Studium der Natur mehr zurückhalten, als begünstigen, und letzteres soll doch stets das Streben des wahren Naturforschers seyn. Aber sie leitet uns in dem mühsamen Aneinanderfügen einzelner Daten zu dem grossen Zwecke der Kenntniss der Natur.

Nach der Aufzählung der einfachen Gestalten, welche den Inhalt eines jeden Krystallsystemes ausmachen, ist es klar, dass eine jede rings umschlossene Form zur Bestimmung des Krystallsystemes hinreicht. Allerdings begrenzen drei senkrecht auf einander stehende Flächen

1. den Würfel im tessularischen Systeme,

2. ein quadratisches Prisma im pyramidalen Systeme,

3. ein rechteckiges Prisma im prismatischen Systeme, selbst im rhomboedrischen System kann der Unterschied der Winkel eines Rhomboeders von 90° fast nicht wahrzunehmen seyn. Die Schwierigkeit ist indessen nicht von Belang; geometrisch an Modellen erzeugen wir absichtlich Körper den Vorstellungen angemessen, die wir bereits besitzen; in der Natur kommen die Krystalle abgesehen von anderen krystallographischen Daten zugleich mit mancherlei Eigenschaften begabt vor, in Bezug auf Oberfläche, Theilbarkeit, Glanz u. s. w., die sicher zur Erkenntniss leiten, endlich verbessert fortgesetztes Studium die früher nur unvollkommenen Annahmen.

Das tessularische System enthält Gestalten, die nach allen drei Richtungen gleich ausgedehnt sind. Es enthält nur eine Krystallreihe, zur Bestimmung derselben ist keine Winkelmessung nothwendig.

Das rhomboedrische und pyramidale System stimmen darin mit einander überein, dass ihre Hauptaxe veränderlich, ihr Querschnitt konstant ist. Rhomboedrische und pyramidale Krystallreihen können daher durch eine Messung vollkommen bestimmt werden, an einem Rhomboeder, einem Quarzoide oder einer Pyramide. An Skalenoedern, Zirkonoiden muss man zwei Win-

kel messen, da nebst der Axe a auch die Ableitungszahl m bestimmt werden muss.

Die vollständige Bestimmung der Abmessungen eines Orthotyps oder einer prismatischen Krystallreihe erfordert wenigstens zwei Messungen, die mit einander zur Bestimmung der Verhältnisse der drei senkrecht auf einanderstehenden Axen $a:b:c$ kombinirt werden können. Es sind zwei Unbekannte, daher zwei Messungen nothwendig.

Eine augitische Krystallreihe kann durch drei Messungen bestimmt werden, indem das Verhältniss der Diagonalen und des Axensinus und Cosinus $b:c:a:d$, wenn man $d=1$ setzt, drei Unbekannte enthält.

In den anorthischen Krystallreihen kommen zur Bestimmung der Abmessungen eines Anorthoides sechs Stücke vor, nämlich die Sinusse und Cosinusse, sämmtlicher schief auf einander stehender Axen, wenn man daher eines jener Stücke $= 1$ setzt, so bleiben noch fünf Unbekannte, welche durch ebenso viele Messungen zu bestimmen sind.

Auch in dem hemianorthotypen System von Mohs und Mitscherlich sind fünf Messungen unerlässlich, wenn auch eine derselben die Neigung von zwei Axen gegen einander genau $= 90°$ gab.

Wenn übrigens auch nur eine der einfachen Gestalten einer Krystallreihe bekannt ist, so lässt sich auch die Grundgestalt, daher die ganze Krystallreihe daraus berechnen.

79. Krystallographische Bezeichnung im Allgemeinen.

Der Zweck der krystallographischen Bezeichnung überhaupt ist, durch die Combination einiger weniger Zeichen dem Auge die einfachen Formen und gewisse kontrastirende Verhältnisse in denselben dergestalt hervorzurufen, dass lange Wortbeschreibungen durch sie repräsentirt werden können.

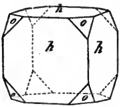
Zwischen den Gestalten selbst, einfach oder zusammengesetzt, wie sie die Natur hervorbringt, und allem dem Wissenswürdigen, was man von denselben durch die Sprache und den Calcül auseinandersetzt, liegen die krystallographischen Zeichen als Symbole

der Formen selbst und die an sie geknüpften Namen, als der einfachste wörtliche Ausdruck derselben.

Das Bedürfniss derselben ist allgemein anerkannt, nur der Gesichtspunkt wechselt bei den Krystallographen. In den früher gebräuchlichen Krystallbeschreibungen geht die Anschauung in der Masse der Worte unter, wenn auch manche Ausdrücke, deren sich besonders Werner und auch Romé de l'Isle zum Theil bedienten, gekannt zu werden verdienen, und zuweilen eine nützliche Anwendung gestatten.

Werner nahm zum Behufe der Krystallbeschreibungen gewisse Grundgestalten an, die durch hinzutretende Flächen als verschiedentlich verändert vorgestellt wurden. Erstere waren fünf, das Hexaeder, die Pyramide, die Säule, die Tafel und die Linse. Die Modificationen oder Veränderungen aber wurden hervorgebracht durch Zuspitzung, durch Zuschärfung, durch Abstumpfung. Die Ausdrücke sind der Sprache entnommen, und drücken das Bild gut aus. Bei der Zuspitzung erscheinen an dem Ende einer Säule oder an einer Ecke drei oder mehrere in einem Punkt zusammenlaufende Flächen, und bilden eine Spitze. Bei der Zuschärfung sind es zwei Flächen, welche eine neue, wenn auch stumpfere Schärfe an einer Kante bilden, oder an dem Ende einer Säule auftreten; bei der Abstumpfung endlich fällt durch eine einzige Fläche eine Ecke oder Kante hinweg. So ist Fig. 291 ein Würfel mit abgestumpften Ecken.

Fig. 291.



Enteckt, entrandet, entscharfseitet u. s. w. wurden zum Behufe von Krystallbeschreibungen von v. Leonhard vorgeschlagen. Wenn sie auch genauere krystallographische Andeutungen enthalten, so kamen sie doch nicht statt jener in allgemeine Anwendung, da sie weniger dem gewöhnlichen Sprachgebrauch entsprechen, und für grössere Genauigkeit die Krystallographen längst mit kürzeren und übersichtlicheren Symbolen vertraut waren.

Haüy hat das Verdienst, die ersten Flächensymbole der Formen gegeben zu haben. Zuvörderst war es nothwendig, die Flächen gleicher Formen mit gleichen Buchstaben zu versehen. Eine

gleichmässig durchgeführte Methode in dieser Beziehung würde manche Vortheile gewähren, aber sie war damals unmöglich, da sich Haüy vorzüglich an die gleichförmige Benennung der von ihm den Primitivformen zugeschriebenen Flächen hielt, und diese innerhalb eines Krystallsystemes bald dieser, bald jener Form entsprechen. Nur bei diesen wurden die Buchstaben *PMT* konsequent angewandt, und sie bieten uns oft noch jetzt zwischen den mannigfaltigen Methoden der Bezeichnung ein schätzbares Band der Verständigung.

Haüy bezog alle bei einer Spezies vorkommenden Flächen als secundäre auf eine Primitivform, deren Flächen, insofern sie einander gleich waren, mit *P*, wenn deren zweierlei waren, mit *P* und *M*, wenn deren dreierlei waren, mit *P*, *M* und *T* bezeichnet wurden, als Anspielung auf die drei Sylben *Pri-Mi-Tif*. Auch die Ecken und Kanten der Primitivformen bezeichnete er mit Konsequenz, erstere durch die Selbstlauter *A, E, I, O*, letztere durch die Mitlauter *B, C, D, F* und *G* und *H*, wie diess in Fig. 292 dargestellt ist. Für weniger unsymmetrische Formen als dieses doppelt schiefe rhomboidische Prisma, welches wir als von der Base, der Längs- und Querfläche des anorthischen Systemes gebildet ansehen, werden die verschieden bezeichneten Ecken und Kanten einander gleich, bis für den Würfel Fig. 293 die Flächen *P*, die Ecken *A*, die Kanten *B* übrig bleiben. So weit reicht, was sich unmittelbar vergleichen lässt.

Fig. 292.

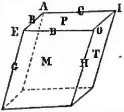
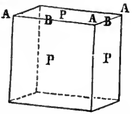


Fig. 293.



Der Primitivformen sind fünf: 1. das Parallelepipedum, 2. das Oktaeder, 3. das regelmässige Tetraeder, 4. das regelmässige sechsseitige Prisma, 5. das Rhomboidal-Dodekaeder.

Die Bezeichnung der secundären Flächen durch Symbole beruht nun auf der Theorie der Bildung dieser aus gleichen und ähn-

lichen kleinen Körpern, die HAÜY Moleküle nennt, und deren er zweierlei annimmt. Die integrirenden sind die einfachsten nur immer denkbaren Gestalten, von drei, vier oder fünf Flächen begrenzt, nämlich das Parallelepipedum, das Tetraeder und das gerade dreiseitige Prisma, auch die beiden letzteren werden parallelepipedisch gruppirt, um das subtraktive Molekül hervorzubringen.

Formen, welche nebst den Primitivflächen noch andere, also secundäre Flächen zeigen, werden nach HAÜY durch das Hinzufügen von Blättchen gebildet, an deren Rändern oder Ecken Reihen von subtraktiven Molekulen fehlen, durch Abnahme oder Decrescenz, und die Verhältnisse der Anzahl dieser fehlenden Reihen von Molekülen werden nun durch einfache Zahlen ausgedrückt, als Symbol der Flächen gegeben.

Diese Zahlen sind stets rational und einfach, ja die Grundbedingung dieser Verhältnisse lässt sich nach dem gegenwärtigen Standpunkte krystallographischer Betrachtung einfach dadurch ausdrücken, dass die Durchschnitte secundärer Flächen mit den Kanten der Primitivform unter sich rationale und durch einfache Zahlen ausdrückbare Verhältnisse hervorbringen. Diese Durchschnitte einzelner Flächen mit den Kanten der Primitivform drückt nun HAÜYS Methode der Bezeichnung aus.

Die Bezeichnung von MOHS bezog sich von ihrer ersten Aufstellung in Gratz, in mancherlei Veränderungen, bis sie nach der Herausgabe des Grundrisses der Mineralogie im Jahre 1824 nicht mehr wesentlich verändert wurde, auf die Reihen der einfachen Gestalten. So wurde in der wohlbekannten Hauptreihe der Rhomboeder durch den Buchstaben R das Grund-Rhomboeder ausgedrückt. Durch den hinzugefügten Exponenten der Potenz der Zahl 2, mit welchem man die Axe a von R multipliziren muss, um die Axe a' von R+n zu finden, wurde ein unbestimmtes Rhomboeder der Reihe angedeutet. Parallel der Reihe der Potenzen nach den natürlichen Zahlen

$$2^{-\infty} \ldots 2^{-3},\ 2^{-2},\ 2^{-1},\ 2^{0},\ 2^{1},\ 2^{2},\ 2^{3} \ldots 2^{\infty}$$

läuft die Reihe der Rhomboeder

$$R-\infty \ldots R-3,\ R-3,\ R-1,\ R,\ R+1,\ R+2,\ R+3 \ldots R+\infty$$

Ganz auf gleiche Art, nur mit der verschiedenen Grundzahl $\sqrt{2}^n$ statt 2^n, ist die Reihe der Pyramiden parallel der Reihe der Potenzen von $\sqrt{2}$

$$\sqrt{2}^{-\infty} \ldots \sqrt{2}^{-3}, \sqrt{2}^{-2}, \sqrt{2}^{-1}, \sqrt{2}^{0}, \sqrt{2}^{1}, \sqrt{2}^{2}, \sqrt{2}^{3} \ldots \sqrt{2}^{\infty}$$

$$P-\infty \ldots P-3,\ P-2,\ P-1,\ P,\ P+1, P+2, P+3 \ldots P+\infty$$

Skalenoeder wurdeu durch $(P)^n$, Zirkonoide ebenfalls durch $(P)^n$ ausgedrückt, nach der Ableitungszahl.

So viele Verschiedenheit die Bezeichnung von Naumann gegenüber der von Mohs darbietet, so ist doch eines beiden gemein, nämlich die Idee, die Form selbst durch einen Buchstaben zu bezeichnen, dem nun Naumann möglichst direkt die Axenverhältnisse in drei senkrecht aufeinander stehenden Richtungen, oder da eine konstant gesetzt werden kann, in den zwei anderen beifügt. Daher bleibt der allgemeine Eindruck der Mohsischen Symbole, und doch eignen sich die Zeichen, um möglichst unmittelbar dem Calkül unterworfen zu werden. Im rhomboedrischen System schliessen sich die Zeichen der Rhomboeder und Skalenoeder unmittelbar an die Mohsische an. Sie sind nach den Verhältnissen der Diagonalen modifizirt im tessularischen, im pyramidalen, prismatischen, augitischen und anorthischen System.

Die Reihen, diese Grundidee der Mohsischen Methode der Entwickelung, gehen bei diesen Zeichen gänzlich verloren. In dem gegenwärtigen Werke ist eine der Naumannischen ähnliche Abkürzung der Mohsischen Bezeichnung durchgeführt worden, welche gleichfalls die Idee der Reihen nicht mehr ausdrückt. Doch unterscheidet sie sich auch wesentlich von jener Methode, und bezieht sich unmittelbar auf die Construktionen der Ableitung selbst, wie wir sie dem Scharfsinne Mohs verdanken. Der Begriff der Reihen selbst ist aber sowie ihn Mohs angewendet hat, sehr des Festhaltens werth, denn die einzelnen in der Natur anzutreffenden Coeffizienten und Ableitungszahlen werden durch ihn geordnet, und selbst diejenigen Glieder der Gestalten, welche nicht in die schon bekannten Reihen fallen, erscheinen durch sie in symmetrischen Verhältnissen, indem man für sie eigene Reihen aufstellt.

Sowie Naumann hat auch Whewell *) die Coeffizienten in den Mohsischen Symbolen in diejenige Gleichförmigkeit zu bringen gesucht, welcher sich nach seinem richtigen Urtheile jene Methode ihrer Natur nach nähert. Die Whewellsche Bezeichnung in dem dort gegebenen Beispiele aus dem rhomboedrischen Systeme stimmt in vieler Beziehung mit der in diesem Werke angewendeten überein.

Manche der Breithauptischen Coeffizienten, besonders der tessularischen Formen, stimmen mit denen in dem gegenwärtigen Werke überein, andere sind von denselben mehr und weniger verschieden, vorzüglich die in den augitischen und anorthischen Systemen, je nach den verschiedenen Gesichtspunkten, aus welchen die Gestalten betrachtet werden.

Die Weissische Methode der Bezeichnung deutet eigentlich die Axenverhältnisse überhaupt an, ohne durch irgend einen Buchstaben auf eine Form hinzuweisen. Sie stellen mehr ein Axenschema für eine jede Form als eine Bezeichnung vor. Nur im rhomboedrischen System steht eine Hauptaxe c auf drei gleichen, sich unter Winkeln von 60° und 120° schneidenden Nebenaxen a. Die Zeichen sind für alle Formen $(a:na:pa:mc)$ nebst anderen näheren Bestimmungen. In allen übrigen Systemen haben sie für drei senkrecht aufeinander stehende Axen die Form $(ma : mb : c)$, nur ist im tessularischen b und $c = a$, im pyramidalen $b = a$, aber c überall die Hauptaxe.

Den Weissischen Symbolen gab Miller die gröstmögliche Einfachheit, indem er die Verhältnisse für eine Fläche numerisch anführt, zum Beispiel für ein durch P bezeichnetes Oktaeder das Zeichen $P(111)$ gebraucht, welches die Gleichheit der Axenverhältnisse ausdrückt. Dasselbe Zeichen gilt begreiflich auch für die Pyramide des Zirkons und das Orthotyp des Schwefels.

Folgende Uebersicht der in dem gegenwärtigen Werke gebrauchten Bezeichnung wird ihre Aehnlichkeit und Gegensätze in den verschiedenen Systemen deutlich hervortreten lassen.

*) Edinburgh Journal of Science. Nr. XI. p. 1. 1827.

I. Tessularisches System.

1. Pantoedrie.

1. Hexaeder H, 2. Oktaeder O, 3. Granatoid D, 4. Fluoroide nF, 5. Galenoide nG, 6. Leuzitoide nL, 7. Adamantoide mAn.

2. Tetraedrische Hemiedrie.

1. Tetraeder $+\frac{O}{2}$ und $-\frac{O}{2}$, 2. Deltoeder $+\frac{nG}{2}$ und $-\frac{nG}{2}$, 3. Kyproide $+\frac{nL}{2}$ und $-\frac{nL}{2}$, 4. Borazitoide $+\frac{nAm}{2}$ und $-\frac{nAm}{2}$.

3. Pyritoidische Hemiedrie.

1. Pyritoide $r\frac{nF}{2}$ und $l\frac{nF}{2}$, 2. Diploide $r\frac{nAm}{2}$ und $l\frac{nAm}{2}$.

II. Rhomboedrisches System.

1. Pantoedrie.

1. Rhomboeder nR, 2. Quarzoide nQ, 3. Skalenoeder nSm.

2. Diploedrie.

1. Dirhomboeder nD, 2. Quarzoide nQ, 3. Berylloide nBm.

3. Tetraedrische Hemiedrie.

1. Rhomboeder $\pm\frac{nR}{2}$, 2. Quarzoide $\pm\frac{nQ}{2}$, 3. Skalenoeder $\pm\frac{nSm}{2}$.

4. Pyritoidische Hemiedrie.

1. Berylloidhälften $\frac{r}{l}\,\frac{nBm}{2}$ und $\frac{l}{r}\,\frac{nBm}{2}$.

5. Gyroidische Hemiedrie.

1. Rhomboeder $\frac{nR}{nR'}$, 2. Quarzoide $r\frac{nQ}{2}$ und $l\frac{nQ}{2}$, 3. Plagieder $r\frac{nSm}{2}$ und $l\frac{nSm}{2}$, 4. Diplagieder $r\frac{nBm}{2}$ und $l\frac{nBm}{2}$.

III. Pyramidales System.

1. Pantoedrie.

1. Pyramiden nP, 2. Zirkonoide nZm.

2. Tetraedrische Hemiedrie.

1. Sphenoide $+\frac{nP}{2}$, 2. Disphene $+\frac{nZm}{2}$ und $-\frac{nZm}{2}$.

3. Pyritoidische Hemiedrie.

1. Zirkonoidhälften $\frac{r}{l}\frac{nZm}{2}$ und $\frac{l}{r}\frac{nZm}{2}$.

IV. Prismatisches System.

1. Pantoedrie.

1. Orthotype mit ähnlichen Basen nO, 2. Orthotype mit verlängerten langen Diagonalen von O, $n\bar{O}m$, 3. Orthotype mit verlängerten kurzen Diagonalen von O, $n\breve{O}m$, 4. Domen parallel der langen Diagonale $n\bar{D}$, 5. Domen parallel der kurzen Diagonale $n\breve{D}$.

2. Tetraedrische Hemiedrie.

1. Tartaroide $+\frac{nO}{2}$; $+\frac{n\bar{O}m}{2}$; $+\frac{n\breve{O}m}{2}$; und $-\frac{nO}{2}$; $-\frac{n\bar{O}m}{2}$; $\frac{n\breve{O}m}{2}$.

V. Augitisches System.

1. Augitoide $+\frac{nA}{2}$, und $-\frac{nA}{2}$, 2. Augitoide mit verlängerter Queraxe $+\frac{m\breve{\bar{A}}n}{2}$ und $-\frac{m\breve{\bar{A}}n}{2}$, 3. Augitoide mit verlängerter Diagonale $+\frac{m\bar{\breve{\bar{A}}}n}{2}$ und $-\frac{m\bar{\breve{\bar{A}}}n}{2}$, 4. Längsdomen $n\bar{\breve{\bar{D}}}$, 5. Querhemidomen $+\frac{n\breve{\bar{H}}}{2}$ und $-\frac{n\breve{\bar{H}}}{2}$.

VI. Anorthisches System.

1. Anorthoide $\pm rl\frac{nA}{2}$, 2. Anorthoide mit verlängerter Querdiagonale $\pm rl\frac{n\breve{\bar{A}}m}{2}$, 3. Anorthoide mit verlängerten Längsdiagonalen $\pm rl\frac{n\bar{\bar{\breve{A}}}m}{4}$, 4. Längshemidomen $rl\frac{n\bar{\bar{\breve{H}}}}{2}$, 5. Querhemidomen $\pm\frac{n\breve{\bar{H}}}{2}$.

V. DIE KOMBINATIONEN.

80. GESETZE DER KOMBINATION.

Viel häufiger als die im Vorhergehenden beschriebenen einfachen Gestalten, sind die zusammengesetzten oder K o m b i n a t i o n e n.

In den zwei Krystallsystemen, dem anorthischen und dem augitischen ist das Vorkommen einfacher Gestalten in der Strenge des Wortes gar nicht möglich, indem gleiche und ähnliche Flächen nicht in hinreichender Anzahl sich finden, um den Raum gänzlich zu umschliessen.

Im anorthischen Systeme erscheinen die Flächen, zwei parallele für Eine genommen, nur e i n z e l n, als Viertelanorthoide, Hemidomen, Hemiprismen, der Base, Längs- und Querfläche. Alle Flächen erscheinen auf e i n e r l e i Art.

Im augitischen Systeme erscheinen die Flächen e i n z e l n als Hemidomen, Base, Längs- und Querfläche, oder p a a r w e i s e als halbe Augitoide, Domen und Prismen. Die Flächen erscheinen auf z w e i e r l e i Art.

Im prismatischen System ist das Vorkommen e i n z e l n e r Flächen bereits beschränkt auf die drei senkrecht aufeinander stehenden Richtungen, der Base und der beiden Diagonalen. P a a r w e i s e finden sich die Prismen und Domen, zu v i e r e n die Orthotype. Erst in diesem Systeme sind einfache Gestalten in der Natur möglich, auch wurden sie beobachtet, doch selten, und nur an wenigen Spezies wie Thenardit, Bleivitriol und Schwefel; die Flächen erscheinen auf d r e i e r l e i Art.

Im pyramidalen Systeme erscheint einzeln nur die Base, zu zweien und vieren die Prismen, quadratisch und symmetrisch achtseitig; zu vieren und achten endliche Körper, nämlich die Pyramiden und Zirkonoide. Als einfache Gestalten zeigen sich auch hier nur die Pyramiden in der Natur, und auch diese selten, wie am Scheelit, Gelbbleierz, Zirkon, Anatas, Zinnstein, Braunit, Kupferkies, Honigstein, endlich das hemiedrische Sphenoid am Kupferkies. Im Ganzen fünferlei Flächen-Vorkommen.

Im rhomboedrischen Systeme ist die einzige einzelne Fläche gleichfalls die Base, zu dreien und sechsen erscheinen die regelmässig sechsseitigen, und symmetrisch zwölfseitigen Prismen, endlich in Körpern, dreizählig die Rhomboeder, regelmässig sechszählig die Quarzoide, symmetrisch sechszählig die Skalenoeder bildend. Im Ganzen sechserlei Arten des Vorkommens.

In der dirhomboedrischen Abtheilung kommt als Base ebenfalls eine einzelne Fläche vor, in den Prismen erscheinen Flächen drei- und sechszählig, aber in den Körpern nur sechszählig in den Dirhomboedern und Quarzoiden, zwölfzählig in den Berylloiden. Also ebenfalls fünferlei Arten des Erscheinens der Flächen, wie im pyramidalen Systeme. Die einfachen Gestalten erscheinen nicht ganz selten in der Natur, am Kalkspath, Dolomit, Ankerit, Breunnerit, Spatheisenstein, Rothmangan, Chabasit, Eisenglanz, die Quarzoide nur am Quarz und Saphyr, die Skalenoeder am Kalkspath.

Im tessularischen Systeme erscheinen endlich, siebenerlei Körper bildend, die Flächen wenigstens dreizählig als Würfel, dann vierzählig als Oktaeder, sechszählig als Granatoid, zwölfzählig auf dreierlei Art mit vierflächigen und sechsflächigen Ecken als Fluoroid, mit achtflächigen und dreiflächigen Ecken als Galenoid, mit zweierlei vierflächigen und dreiflächigen Ecken als Leuzitoid, endlich vierundzwanzigzählig als Adamantoid. Alle diese Formen sind in der Natur selbstständig beobachtet worden, und darüber noch die hemiedrischen, Tetraeder, Kyproide, Borazitoide, Pyritoide und Diploide. Die drei Formen Würfel H, Oktaeder O, Granatoid D, an vielen Spezies, das Fluoroid $\frac{1}{2}F$ am Kupfer, $\frac{1}{3}F$ am Fluss, das Galenoid

$\frac{2}{3}G$ am Bleiglanz, das Leuzitoid $\frac{1}{2}L$ am Leuzit und Granat, $\frac{1}{3}L$ am Gold, ein unbestimmtes Adamantoid mAn am Diamante, das Tetraeder $\frac{O}{2}$ am Fahlerz, Kyproid $\frac{\frac{1}{2}L}{2}$ am Eulytin und Fahlerz, Borazitoid $+\frac{mAn}{2}$ am Diamant unbestimmt, Pyritoid $r\frac{\frac{1}{2}F}{2}$ und $r\frac{\frac{2}{3}F}{2}$, und das Diploid $r\frac{\frac{2}{3}A\frac{1}{3}}{2}$ am Schwefelkies.

Vorzüglich häufig in allen Systemen finden sich die Grenzgestalten, unter welchen man zweierlei, absolute und relative unterscheiden kann, und von denen die ersteren das am wenigsten Veränderliche darstellen. An vielen Mineralspezies waren sie lange Zeit allein bekannt, und der neueren Mineralogie war es vorbehalten, durch absichtliche Forschung die übrigen Gestalten aufzufinden.

Im anorthischen Systeme finden wir keinen rechten Winkel.

Im augitischen System steht die Basis rechtwinklig auf der Längsfläche, schief auf der Querfläche, die beiden letzteren schneiden sich ebenfalls rechtwinklig.

Im orthotypen Systeme stehen drei Flächen senkrecht aufeinander.

Die absolute Axensymmetrie im pyramidalen Systeme beruht auf der Existenz zweier diagonaler quadratischer Prismen.

Im rhomboedrischen Systeme wird sie durch die Existenz zweier diagonaler regelmässig sechsseitiger Prismen ausgedrückt.

Die absoluten Grenzen im tessularischen Systeme haben beständige Winkel in allen Dimensionen. Sie sind der Würfel, das Oktaeder, das Granatoid.

Die Kombinationen bestehen aus den einfachen Gestalten. Sie sind zusammengesetzte Gestalten, die an einfachen Mineralien vorkommen, das Zusammengesetzte bezieht sich nur auf die Form und will weiter nichts sagen, als dass das Individuum, welches in dieser Form beobachtet wird, zugleich in der einen, und in der anderen der einfachen Formen, welche sie enthält, krystallisirt sey. Durch die Zerlegung, die Entwickelung der Kombinationen entdeckt man die einfachen in ihren enthaltenen Gestalten.

Die Ansicht, dass keine Gestalt, welche Flächen verschiedener Art enthält, eine einfache sey, sondern dass man ebenso viel einfache Gestalten in derselben annehmen müsse, als verschiedene Flächen beobachtet werden, ist die Grundlage des ganzen krystallographischen Gebäudes der Methode von Mohs. Einfach ist die Ansicht bei den Kombinationen des Würfels und Oktaeders, damals Würfel mit abgestumpften Ecken, oder Oktaeder mit abgestumpften Ecken u. s. w. genannt, weniger auffallend bei den Prismen, überhaupt bei Formen, die in einer oder zwei Richtungen unbegrenzt sind.

Mit den einfachen Gestalten erhält man aus den Kombinationen auch die Regeln, die Gesetze, nach welchen diese fähig sind mit einander in einer zusammengesetzten Gestalt zu erscheinen. Diese Gesetze sind folgende zwei:

1. Die kombinationsfähigen Gestalten können aus einer und derselben Grundgestalt abgeleitet werden, sie gehören folglich nicht nur in das nämliche Krystallsystem, sondern auch in die nämliche Krystallreihe.

2. Diese Gestalten treten in keiner anderen Stellung in den Kombinationen zusammen, als in derjenigen, in welche sie durch die Ableitung gebracht worden sind.

Durch diese beiden Gesetze folgt, dass die Kombinationen den höchsten Grad der Symmetrie besitzen müssen, dessen die Verbindung der darin enthaltenen Gestalten fähig ist.

Die Kombinationen stimmen in der Anzahl und Lage der Axen vollständig mit den einfachen Gestalten überein, aus welchen sie bestehen. Die Abtheilungen in den Krystallsystemen, welche durch die Diploedrie, Hemiedrie und Tetartoedrie hervorgebracht werden, sind gleichfalls in den Kombinationen ausgedrückt, ja sie erscheinen in denselben durch die zahlreicheren Durchschnitte vielartiger Flächen oft noch anschaulicher als in den einfachen Gestalten. Diejenige Gestalt, welche den geringsten Grad von Symmetrie besitzt, drückt ihren Charakter der Kombination überhaupt auf, so dass auch eine aus mehreren einfachen von höheren Symmetriegraden bestehende Gestalt einen niedrigern Charakter derselben zeigt, wenn auch nur eine Gestalt dazu tritt, welche diesen niedrigern Charakter an sich hat.

Dieser Charakter der Kombinationen ist eine sehr wichtige Eigenthümlichkeit gewisser Krystallreihen.

Im tessularischen System unterscheiden wir die pantoedrische Krystallreihe, welche lediglich die sieben Hauptformen zeigt. Die Kombinationen haben wie die einfachen Gestalten vier rhomboedrische, drei pyramidale, sechs prismatische Axen. Die tetraedrische Krystallreihe enthält die tetraedrischen Hälften und die drei nach dieser Methode nicht zerlegbaren Formen. Die Kombinationen haben vier rhomboedrische und drei hemipyramidale Axen, und ein tetraedrisches Ansehen. Die pyritoidische Krystallreihe enthält die Pyritoide und Dipioide nebst den fünf übrigen nicht zerlegbaren Gestalten. Die Kombinationen besitzen vier rhomboedrische und drei prismatische Axen.

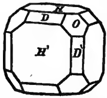
Noch mehr Mannigfaltigkeit tritt im rhomboedrischen Systeme ein. Die pantoedrischen Krystallreihen dieses Systemes sind durch den Kalkspath repräsentirt. Sie enthalten Rhomboeder, Quarzoide, Skalenoeder und die Grenzgestalten. Es gibt hier eine dirhomboedrische und hemirhomboedrische Abtheilung. Die dirhomboedrischen Krystallreihen wie am Smaragd enthalten Dirhomboeder, Quarzoide, Beryiloide und die Grenzen. Es gibt dreierlei hemirhomboedrische, erläutert durch Turmalin, Apatit und Quarz. Die Krystallreihe des ersteren ist polarisch entwickelt mit Hälften an den entgegengesetzten Enden der Krystalle, der tetraedrischen Hemiedrie im tessularischen Systeme analog. Die zweite parallelflächig, durch Berylloidflächen in der Gestalt von Quarzoiden mit abweichendem Querschnitt charakterisirt, der pyritoidischen Hemiedrie entsprechend. Der Quarz endlich zeigt eine gyroidische Hemiedrie mit den charakteristischen Plagiedern.

Im pyramidalen Systeme kommt der pantoedrische Charakter vor am Zirkone, am Vesuvian, am Apophyllit, mit Pyramiden und Zirkonoiden, ferner der geneigtflächig-hemiedrische dem tedraedrischen analog, mit Sphenoiden und Disphenen am Kupferkies, und der parallelflächig-hemiedrische dem pyritoidischen analog mit Pyramiden in abweichender Stellung als Hälften der Zirkonoide am Scheelit.

Im orthotypen oder prismatischen System finden sich tetraedrische Hälften der Orthotype am Bittersalz, Zinkvitriol u. s. w. doch selten, die meisten Krystallreihen sind pantoedrisch. Polarische Gegensätze am Topas, am Galmei.

Einige Krystallreihen des augitischen und des anorthischen Krystallsystemes bieten ebenfalls die Erscheinung der polarischen Verschiedenheit in ihrer Ausbildung dar.

Fig. 294.



Die Bezeichnung der Kombinationen erheischt, dass man die Zeichen der einzelnen in denselben enthaltenen einfachen Gestalten nach einander hinsetzt. So ist H.O.D die vollständige Bezeichnung der in Fig. 294 abgebildeten Kombination der pantoedrischen Reihe aus dem tessularischen Systeme, aus dem Hexaeder, Oktaeder und Granatoid bestehend.

Die mit H bezeichneten Flächen sind die des Hexaeders, sie kommen mit einander nicht zum Durchschnitte, wohl aber schneiden sie die Flächen des Oktaeders O, und die Flächen des Granatoides D. Die Kanten, welche auf diese Art durch Flächen verschiedener Gestalten, die einander schneiden, hervorgebracht werden, heissen Kombinationskanten. Die genaue Vergleichung ihrer Lage gegeneinander und gegen die noch sichtbaren oder hinweggefallenen Kanten der einfachen Gestalten ist sehr wichtig. Vorzüglich ist es der Parallelismus der Kombinationskanten, den man leicht beobachten und schätzen kann; sey es durch das Auge, sey es durch die Untersuchung vermittelst des Reflexionsgonyometers, indem nur zwischen parallelen Kanten enthaltene Flächen selbst wieder ebenso gelegene Durchschnitte hervorzubringen im Stande sind. In der Fig. 294 erscheint das Granatoid D mit parallelen Kombinationskanten sowohl zwischen den Hexaederflächen H als auch zwischen den Oktaederflächen O. Die entgegengesetzten Durchschnitte, oder die Kombinationskanten des Oktaeders mit dem Hexaeder und Granatoid sind ebenfalls einander parallel. Mehrere auf einander folgende Flächen mit parallelen Kombinationskanten bringen zusammen eine Zone hervor.

Die Zonen sind häufig den Axen der einfachen Gestalten, oder anderen ausgezeichneten Linien in denselben parallel, denn sie sind Reihen aufeinanderfolgender Kombinationskanten. WEISS nennt die Linie, welche sämmtlichen in einer Zone liegenden Kombinationskanten parallel ist, eine Zonenaxe. Es ist nothwendig, den Begriff von Axen, wie wir ihn im Vorhergehenden entwickelt und bestimmt haben, sorgfältig von diesen Zonenaxen frei zu halten, wenn sie auch in vielen Fällen identisch sind. So sind die Kombinationskanten zwischen H und O den prismatischen, die zwischen H und D den pyramidalen, die zwischen O und D ebenfalls den prismatischen Axen der Kombination oder der einfachen, in derselben enthaltenen Gestalten parallel.

Der Parallelismus der Kombinationskanten beruht darauf, dass die Fläche der einen Gestalt genau die gleiche Neigung hat, wie die Kante einer anderen.

Im Vorhergehenden sind bei den einfachen Gestalten vielfältig theils Winkel, theils Formeln zur Berechnung derselben gegeben worden. Die ersteren für die vielaxigen Formen, und für die Grenzgestalten von unveränderlichen Abmessungen. Die letzteren für die Gestalten von veränderlichen Dimensionen. Die Winkel, in welchen die einfachen Gestalten sich in den Kombinationen schneiden, hängen oft unmittelbar von den Winkeln dieser einfachen Gestalten selbst ab, und können einfach durch Addition, Subtraktion, Halbirung u. s. w. gefunden werden.

Ganz im Allgemeinen erhält man analytische Ausdrücke für die Grösse der Neigung an den Kombinationskanten. Gewöhnlich ist die Kenntniss der Grösse derjenigen Kombinationskanten weniger wichtig, welche nicht unmittelbar auf die Kenntniss der Winkel der einfachen Gestalten Einfluss haben. Man bedient sich zu ihrer Bestimmung häufig am vortheilhaftesten der gewöhnlichen Formeln der ebenen und sphärischen Trigonometrie, mit denen man ohnehin vertraut seyn muss.

81. ENTWICKELUNG DER KOMBINATIONEN.

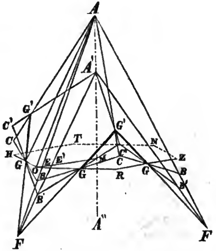
Kombinationen werden entwickelt, indem man die Art und die Verhältnisse der in denselben enthaltenen einfachen Gestalten darstellt. Die Lage der Flächen drückt sich in der Kombinations-

kante aus. Aus der Lage und Betrachtung der Letzteren, und aus unmittelbarer Messung folgt das Verhältniss der Formen, und zwar in den Verhältnissen der Axen ausgedrückt. Jedes Axenverhältniss giebt ein krystallographisches Zeichen oder Symbol. Die Kombination kann demnach als entwickelt betrachtet werden, sobald die Bezeichnung derselben vollendet ist.

In den meisten Fällen lassen sich Daten der Bestimmung aus der Lage, dem Parallelismus der Kanten mit gewissen Linien entnehmen. Die Entwickelung wird dann unabhängig von allen Abmessungen der Gestalten und bedarf keiner Messung der Winkel, ja die Lage kontrollirt die Winkelmessungen, während diese ohne Einfluss auf die Beobachtung jener bleiben. Mohs hat daher die Entwickelung der Gestalten, deren Bestimmung nur in einer Richtung von der Lage der Kombinationskante abhängt, und die in einer andern wirkliche Messung verlangen, die empirische genannt, indem sie „keinen wissenschaftlichen Werth habe.“ Ist es möglich, die Lage der Fläche durch die Kanten allein in zwei Richtungen zu bestimmen, so bleibt die Messung gleichgiltig, allein es kommt nur zu häufig vor, dass wir zu diesem einzigen Mittel greifen müssen, um uns über die Verhältnisse zu unterrichten, und es lässt sich nicht läugnen, dass wir diesen direkten Messungen eine grosse Masse von Kenntniss in Bezug auf die Verhältnisse verdanken. Auf der anderen Seite entbehren allerdings Bestimmungen, die bloss auf Winkelmessungen beruhen, der Evidenz, welche der Methode der Kombinationskanten in so hohem Grade eigen ist.

Die Methode der Kanten lässt sich unmittelbar in jedem einzelnen Falle anwenden. Man sucht die Durchschnitte der Flächen in den Hauptschnitten oder Projektionen darzustellen, und daraus die Axenverhältnisse der zu entwickelnden Gestalten herzuleiten. Die Axenverhältnisse drückt man durch die Bezeichnung der einfachen Gestalten aus. Das Aufsuchen der Verhältnisse ist ein wahrer synthetischer Vorgang, wie ihn auch Mohs treffend bezeichnet hat, klar und anschaulich, und vollkommen geeignet die Einsicht in die gegenseitigen Verhältnisse der einfachen Gestalten in ihren Kombinationen zu erweitern.

Fig. 295.



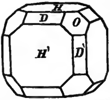
Die analytische Behandlung der Kantenmethode betrachtet alle Kombinationskanten in gleichartiger Lage, indem ein Punkt G derselben z. B. in Fig. 295 in den Durchschnitt des Querschnittes HZ und eines Hauptschnittes AGM der zwei Gestalten gelegt wird, und die Entfernung des Durchschnittes der Axenkanten beider Gestalten mit einander F, von dem Durchschnitte derselben, mit dem Querschnitte E und E' durch Funktionen ihrer Axen ausgedrückt wird. Die Linie EF und $E'F$ ist die Kombinationslinie; sie kann natürlich jederzeit durch eine Gleichung ausgedrückt werden, in weicher man die Daten oder näheren Bestimmungen der einzelnen Fälle substituirt. Mancherlei interessante Analogien folgen aus diesen Betrachtungen, doch werden sie erst klar, wenn man das unmittelbare Verfahren nebenbei anwendet, und nach Massgabe desselben untersucht, was die erhaltenen Resultate bedeuten, zu denen man allerdings in manchen Fällen auf kürzerem Wege, als durch die Konstruktionen zur unmittelbaren Auffindung der Verhältnisse gelangt.

Wir werden hier einige Beispiele der Entwickelung zu dem Zwecke folgen lassen, um möglichst klar die Verhältnisse der kombinirten Formen gegen einander darzulegen, und zu diesem Ende blos des synthetischen Verfahrens uns bedienen, dem die Bestimmung durch das Winkelmessen angereiht ist.

82. Tessularische Kombinationen.

Nichts ist leichter als das Erkennen der einfachen Formen in tessularischen Kombinationen. Fig. 296 am Bleiglanz zeigt dreier-

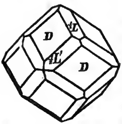
Fig. 296.



lel Gestalten von Flächen, vierseitige, sechsseitige, achtseitige, ist also eine dreifache Kombination. Die letztere Art der Flächen, sechs an der Zahl, stehen senkrecht auf den pyramidalen Axen, sie gehören also dem Hexaeder an; die acht sechsseitigen Flächen stehen senkrecht auf den rhomboedrischen Axen und gehören zum Oktaeder; die zwölf vierseitigen, auf den prismatischen Axen senkrecht, gehören dem Granatoid. Die Bezeichnung der Kombination ist H.O.D.

Eine zweite, und zwar eine zweifache Kombination am Granat ist in Fig. 297 dargestellt. Die Flächen D, zwölf an der Zahl,

Fig. 297.



und von rhombischer Gestalt, gehören unbezweifelt dem Granatoide an. Das Granatoid hat vierundzwanzig Kanten. An der Stelle derselben, und zwar mit parallelen Kombinationskanten erscheinen die vierundzwanzig Flächen eines Leuzitoides, dessen Flächengestalt man bereits aus dem Durchschnitte erkennt, welche zunächst an den drei- und vierflächigen Ecken entstehen. Mit den Varietäten, welche oben §. 27 beschrieben wurden, verglichen, stimmt es überein mit derjenigen, deren Zeichen $\frac{1}{2}$L ist. Das Zeichen ist also D.$\frac{1}{2}$L.

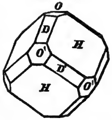
Diese beiden Beispiele geben Gelegenheit, die Verhältnisse der an denselben zu beobachtenden Formen unter der Hypothese der rhomboedrischen und der pyramidalen Stellung zu entwickeln. Wir erhalten dadurch zugleich Reihen einfacher Gestalten, welche in den zwei Systemen häufig beobachtet werden.

1. Rhomboedrische Stellung.

In Fig. 298 steht die Fläche O unbedingt senkrecht auf der Axe, sie entspricht daher der Grenze der Reihe der Rhomboeder mit verschwindender Axe, ist daher durch oR oder o bezeichnet.

Die zu drei anliegenden Flächen D mit ihren parallelen gehören zu einem Rhomboeder; die zunächt zu drei befindlichen Flä-

Fig. 298.



chen H ebenfalls; auch die drei Paare O. Die Flächen des Rhomboeders D erscheinen mit parallelen Kombinationskanten an der Stelle der Axenkanten von H. Die Flächen von H erscheinen wieder mit parallelen Kombinationskanten an der Stelle der Axenkanten von O. Die Flächen der flacheren Rhomboeder liegen also genau ebenso geneigt wie die Axenkanten der schärferen.

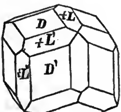
Wir haben also hier drei unmittelbar aufeinander folgende Glieder der Hauptreihe der Rhomboeder. Indem wir das mittlere H als R, die Grundgestalt annehmen, folgt $D = \frac{1}{2}R'$, und $O' = 2R'$, beide in verwendeter Stellung gegen die Grundgestalt.

Die unteren Flächen D' sind gleich geneigt gegen die obere und untere Fläche des Hexaeders H, also gegen die obere und untere Spitze, also sind sie der Axe parallel. Ihr Querschnitt ist des Parallelismusses der Kombinationskanten wegen gleich gelegen mit der horizontalen Projektion von H. Also ist D' selbst das regelmässig sechsseitige Prisma die Grenze der Quarzoide oder ∞Q.

Die vollständige rhomboedrische Bezeichnung der Kombination ist: o, $\frac{1}{2}R'$, R, $2R'$, ∞Q.

o, D, H, O', D'.

Fig. 299.

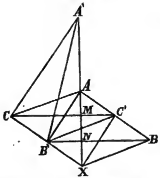


In der Fig. 299 kommen die Flächen des Rhomboeders mit halber Axenlänge in verwendeter Stellung $\frac{1}{2}R'$, und das diagonale sechsseitige Prisma ∞Q wieder vor.

An der Spitze liegen drei Flächen, $\frac{1}{4}L$ eines Rhomboeders, noch ein Glied flacher als $\frac{1}{2}R'$, also $\frac{1}{4}R$.

Sechs Flächen an jeder Seite liegen zwischen den Flächen D und D', die Kombinationskanten sind parallel, also auch die Durchschnitte über D'. Die zwölf Flächen bilden also ein Skalenoeder, welches zu D als seinem Grundrhomboeder gehört, die unvollständige aber in dieser Beziehung bestimmte Bezeichnung ist $\frac{1}{2}S'm$. Um das *m* zu bestimmen, verzeichne man eine Projektion auf einem Hauptschnitte, der bekanntlich durch die Axenkanten und geneig-

Fig. 300.



ten Diagonalen und die Axe geht Fig. 300.

Der Hauptschnitt des Rhomboeders ist $ACXB$, die Kombinationskante ist CB', für die Fläche des Skalenoeders $A'CB'$. Die Neigung der scharfen Axenkante des Skalenoeders ist aber ebenfalls durch die sehr häufig zu machende Beobachtung bekannt, dass die Hexaederflächen an denselben mit parallelen Kombinationskanten vorkommen, die vierflächigen Ecken in der Gestalt von Quadraten hinwegnehmen. Wir haben also, da die zwei Rhomboeder D und H aufeinanderfolgende Glieder der Reihe sind, $A'M = 2AN = 4AM$; und $A'A = 3AM = AX$. Die Axe des Skalenoeders ist also dreimal so lang als die Axe des Rhomboeders, die Form selbst $\frac{1}{2}$S'3.

Die der Axe parallelen Flächen $\frac{1}{2}$L″ bringen mit $\frac{1}{2}$L horizontale Durchschnitte hervor; sie liegen gleichgeneigt mit parallelen Kombinationskanten an den Kanten des diagonalen sechsseitigen Prismas ∞Q. Sie gehören als zu ∞R der Grenze der Reihe der Rhomboeder. Die ganze Kombination ist:

$\frac{1}{4}$R, $\frac{1}{2}$R, $\frac{1}{2}$S'3, ∞R, ∞Q.
$\frac{1}{2}$L, D, $\frac{1}{2}$L′, $\frac{1}{2}$L″, D′.

Alle einfachen Gestalten aus beiden Kombinationen zusammen geordnet sind:

o, $\frac{1}{4}$R, $\frac{1}{2}$R, R, 2R, ∞R, ∞Q, $\frac{1}{2}$S'3.

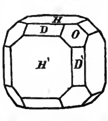
Man beobachtet in der Reihung die Aufeinanderfolge der Rhomboeder, Quarzoide und Skalenoeder, und in jeder derselben die der schärferen Glieder nach den flacheren.

2. Pyramidale Stellung.

Wir nehmen in Fig. 301 die Flächen O als die der Grundgestalt der Pyramide P an. Die Flächen D, vier oben, vier unten gleichfalls einer Pyramide angehörig, liegen mit parallelen Kombinationskanten an den Axenkanten von P, sie gehören also zu P′,

dem nächst flacheren Gliede der Hauptreihe der Pyramiden.

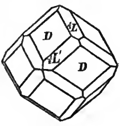
Fig. 301.



Die zwei senkrecht auf der Axe stehenden Flächen H begrenzen die Reihe in einer Richtung und werden durch oP oder o ausgedrückt, die zwei quadratischen Prismen H' und D' begrenzen die Reihe in der anderen Richtung, und zwar D' in paralleler Stellung mit O, und H' in paralleler Stellung mit D, das ist diagonal gegen O. Das Zeichen von D' ist also ∞P, das von H' ist ∞P'.

Die ganze Kombination ist o, P', P, ∞P, ∞P'
H, D, O, D', H'

Fig. 302.

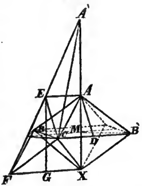


Die Flächen D und D', nämlich die flacheren diagonalen Pyramiden P', und das parallele Prisma ∞P kommen in der Kombination Fig. 302 wieder vor.

Die Flächen $\frac{1}{2}$L liegen als nächst flacheres Glied der Pyramidenreihe an den Axenkanten von P', gehören also zu $\frac{1}{2}$P.

Die Fläche $\frac{1}{2}$L' gehören zu einem Zirkonoide, und wenn sie mit parallelen Kombinationskanten zwischen D und D' liegen, und unter D die schärfere Axenkante beginnt, so gehört das Zirkonoid zu D als Pyramide, ist also Z'm. Um das *m* zu finden, haben wir noch die Beobachtung, dass die Kombinationskanten über zwei dreiflächige Ecken einander parallel, über eine dreiflächige Ecke also parallel der Senkrechten der Pyramide P' sind. In Fig. 303 liegt die Kombinationskante der Zirkonoidfläche *A'FC*, welche durch *A'* und *C* geht, in der Kante *FC*, welche auch der Pyramidenfläche *ABFC* angehört; ferner ist ihr Durchschnitt mit *ACB'*, nämlich *EC* der Senkrechten *AD* parallel. Wir ziehen *AE* parallel *DC*, und diese Linie

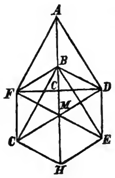
Fig. 303.



ist $= GX = FG$. Die Dreiecke FGE und EAA' sind einander gleich und ähnlich, also auch $A'A = EG = AX = 2AM$ und $A'M = 3AM$. Die Ableitungszahl, welche dieses Verhältniss ausdrückt, ist also 3, und das Zeichen Z′3.

Die Kombination selbst ist: $\frac{1}{2}$P, P′, Z′3, ∞P.
$\frac{1}{2}$L, D, $\frac{1}{2}$L′, D′.

Fig. 304.



Das Axenverhältniss von $\frac{1}{2}$S′3 im rhomboedrischen, und Z′3 im pyramidalen Systeme hätte sich auch aus Fig. 304 ableiten lassen, welche einen Schnitt senkrecht auf die Axenkante von $\frac{1}{2}$R′ in dem einen, und von P′ in dem andern vorstellt. Er ist ein regelmässiges Sechseck; AF, AD sind die zu entwickelnden Flächen die Kanten F, D berührend, in gleicher Neigung gegen beide anliegende Flächen, also parallel BG und BE. Die Linie AB ist daher gleich $DE = BM$ und $AC = AB + BC$, $AC : BC = 3 : 1$, passend auf beide Systeme.

Auch die hemiedrischen Kombinationen dieses Systemes sind leicht zu entwickeln. Zwei sehr häufig vorkommende Krystallvarietäten des Borazites sind in den Figuren 305 und 306 dargestellt. Sie zeigen die tetraedrische Hemiedrie. Die grösseren symmetrisch sechsseitigen Flächen der ersten Varietät stehen senkrecht auf den hemipyramidalen Axen, sind also

Fig. 305.

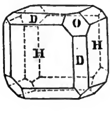
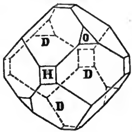


Fig. 306.

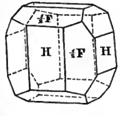


die Hexaederflächen; sie erscheinen als kleine Quadrate in der Fig. 306. Die hemiedrisch erscheinenden Flächen des Oktaeders nehmen die abwechseinden Ecken des Hexaeders in 305, die ab-

wechselnden dreiflächigen Ecken des Granatoides in 306 hinweg, und führen genugsam vergrössert auf ein Tetraeder. Die Gestalt des Granatoides ist kenntlich genug an der Fig. 306, an der Fig. 305 erscheinen seine Flächen mit parallelen Kombinationskanten an der Stelle aller zwölf Kanten des Hexaeders.

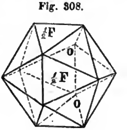
Ein sehr häufiges Beispiel pyritoidischer Hemiedrie ist Fig. 307, am Schwefelkies. Die rektangulären Flächen H gehören nach Zahl und senkrechter Stellung gegen einander dem Hexaeder an. Die Kanten dieser Form sind durch die Fläche $\frac{1}{2}$F schief hinweggenommen. Die doppelte Anzahl würde ein Fluoroid begrenzen; die Flächen, welche sichtbar sind, bringen genugsam ausgedehnt, ein Pyritoid hervor, und zwar ist es diejenige Varietät, deren charakteristische Kante $= 126° \; 52' \; 12''$ beträgt, indem die messende Höhe halb so gross ist, als die am Granatoid. Das Zeichen der Form ist also $\frac{\frac{1}{2}F}{2}$.

Fig. 307.



Eine der merkwürdigsten Kombinationsformen von pyritoidischer Hemiedrie ist das symmetrische, in ältern Zeiten als regelmässig, in dem Sinne der Geometrie betrachtete Ikosaeder, Fig. 308. Die acht gleichseitigen Dreiecke O bringen vergrössert das Oktaeder hervor, die übrigen zwölf Flächen $\frac{1}{2}$F haben die Lage des Pyritoides $\frac{\frac{1}{2}F}{2}$, der vorhergehenden Figur, wie die Vergleichung beider augenscheinlich darthut.

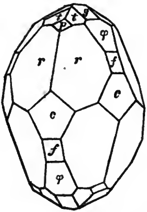
Fig. 308.



83. Rhomboedrische Kombinationen.

1. Die Kombination des Kalkspathes Fig. 309 enthält vier Rhomboeder *g*, *P*, *φ*, *f*, und die parallele Grenzgestalt *c*, welche unmittelbar durch das Zeichen ∞R ausgedrückt ist, ferner zwei Skalenoeder *t* und *r*.

Fig. 309.



Von den Rhomboedern wählen wir *P* als Grundgestalt oder R.

Das mit parallelen Kanten, an dessen Axenkanten erscheinende Rhomboeder *g* ist also $\frac{1}{2}R'$.

Die beiden Rhomboeder *P* und *f* kommen in der Zeichnung nicht zum Durchschnitt, in der Natur fehlt uns diese Beobachtung nicht, da parallel den Flächen von R Theilbarkeit stattfindet, und beweist, dass R an den Axenkanten von *f* ebenso erscheint, wie *g* an *P*. Das Rhomboeder *f* ist also 2R′.

Das Skalenoeder *r* gehört nach dem Parallelismus der Seitenkanten mit den Kombinationskanten zu R. Es ist ein Sm. Aber 2R′ liegt parallel an den scharfen Axenkanten von Sm. Hier tritt der oben bei den rhomboedrisch entwickelten tessularischen Formen erklärte Fall ein. Die Form ist S3.

Das Skalenoeder *t* bringt horizontale Axenkanten mit *r* hervor, ist also nach demselben $m = 3$ abgeleitet. Aber $\frac{1}{2}R'$ oder *g* verhält sich zu demselben wie 2R′ zu S3. Es ist also $\frac{1}{4}S3$.

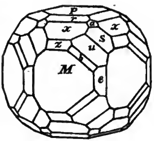
Wenn man die Axe eines dreifachen Skalenoeders in neun gleiche Theile theilt, so kommen für die scharfen Axenkanten vier, für die stumpfen fünf solche Theile. Die Axenkanten von R stimmen in ihrer Lage mit den scharfen Axenkanten von $\frac{1}{4}S3$ überein. Die Axenkanten von dem noch zu bestimmenden Rhomboeder φ mit den stumpfen Axenkanten von $\frac{1}{4}S3$. Die Axen der Rhomboeder verhalten sich natürlich wie die denselben entsprechenden Axenstücke des Skalenoeders, also die Axe von φ zur Axe von R wie fünf zu vier. Das Rhomboeder φ ist also $\frac{5}{4}R'$.

Die Bezeichnung der ganzen Kombination ist also:

$$\frac{1}{2}R',\ \frac{1}{4}S3,\ R,\ \frac{5}{4}R',\ 2R',\ S3,\ \infty R$$
$$g,\ t,\ P,\ \varphi,\ f,\ r,\ c$$

2. Die Kombination des Apatites Fig. 310 enthält zwei Dirhomboeder *a* und *s* und ihre Grenzen *P* und *e*, welche letz-

Fig. 310.



tere wir augenscheinlich durch o und ∞R bezeichnen müssen. Von den Dirhomboedern wählen wir *s* für das Dirhomboeder D aus der Grundgestalt R.

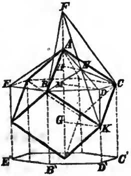
Ferner erscheinen drei Quarzoide *r*, *x* und *z*. Die Flächen von *r* liegen paarweise an den abwechselnden Axenkanten von *a*, die von *x* ebenso an denen von *s* oder D. Wir haben daher unmittelbar in *x* das zu D oder R gehörig Quarzoid oder Q.

An den Axenkanten von Q liegt aber wieder *a* mit einer Neigung, welche den Axenkanten der abwechselnden Flächen von D oder denen von R entspricht. Das Zeichen von *a* ist also $\frac{1}{2}$D. Das Zeichen des zu demselben gehörigen Quarzoides *r* ist $\frac{1}{2}$Q. So wie $x:a$ verhält sich $z:s$; *z* ist also 2Q.

Das diagonale regelmässige sechsseitige Prisma *M* ist die Grenze der Reihe der Quarzoide ∞Q.

Die zwei hemiedrisch erscheinenden Berylloidflächen *u* und *b* sind durch die Lage ihrer Kombinationskanten vollständig bestimmt. Die Flächen *u* liegen zwischen *x* und *e*, die Flächen *b* zwischen *z* und *e*, beide aber zwischen *s* und *M*, also sind beide als zu dem Dirhomboeder *s* oder dem Rhomboeder R gehörige Berylloide durch Bm und Bm' zu bezeichnen.

Fig. 311.

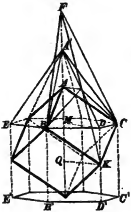


Um die Axenverhältnisse von *u* zu finden, bedienen wir uns der Fig. 311. Von dem Quarzoide Q erscheinen drei Flächen *AEBDC*, von dem Rhomboeder R eine *ABKC*. Die Kombinationskante von *u* und *x* geht durch *N*, den Mittelpunkt der Kante *AD*, daher ist $FA = DK = \frac{1}{3}a$, oder die Verlängerung der Axe an jeder Seite des Rhomboeders gleich einem Drittheil der Axe desselben. Die ganze Axe eines Skalenoeders ist also gleich $\frac{5}{3}$ der Axe des Rhomboeders, und

da die Verhältnisszahlen auch auf die Zeichen der Berylloide übergehen, so ist $u = B\frac{5}{3}$, oder wegen des hemiedrischen Charakters $= \frac{l\,B\frac{5}{3}}{r\;2}$.

Für die Bestimmung der Abmessung von b dient Fig. 312, ganz ähnlich der Vorhergehenden. Hier ist aber wegen des Quarzoides 2Q, $A'A = AM = \frac{1}{3}a$, ferner weil N im Mittelpunkte von $A'D$ und FK liegt, $FA' = DK = \frac{1}{3}a$, die ganze Axe des Skalenoeders ist also $\frac{7}{3}a$, und das krystallographische Zeichen für b wird daher $\frac{r\,B\frac{7}{3}}{l\;2}$.

Fig. 312.

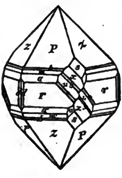


Die Bezeichnung der ganzen Kombination ist:

$$oR, \tfrac{1}{2}Q, \tfrac{4}{5}D, Q, D, 2Q, \frac{l\,B\frac{5}{3}}{r\;2}, \frac{l\,B\frac{7}{3}}{r\;2}, \infty R, \infty Q.$$
$$P,\; r,\; a,\; x,\; s,\; z,\; u,\; b,\; e,\; M.$$

3. Die Entwickelung der Kombination des Quarzes Fig. 313 kann nur für wenige Gestalten aus der Lage der Kombinationskanten geschehen. Diese sind, wenn $s = R$ genommen wird, und zwar gyroidisch mit geneigten Flächen erscheinend, oben R und unten R', $P = l\frac{Q}{2}$ und $z = r\frac{Q}{2}$, oder zusammen Q, und $r = \infty Q$. Doch bemerken wir noch drei Quarzoide b, m und a, fünf Plagieder x, y, u und v links, und o rechts, und ein symmetrisch sechsseitiges Prisma d, die Grenze einer Reihe von Plagiedern.

Fig. 313.



Für die Bestimmung der Quarzoide messen wir die Winkel $Pr = 141°47'$, $br = 154°43'$, $mr = 165°18'$ und $ar = 168°52'$, die halben Winkel an der Basis sind also für $P = 51°47'$, und für

$b = 64°43$, für $m = 75°18'$, für $a = 78°52'$. Die zugehörigen Tangenten stehen in dem Verhältniss der Axen dieser Formen oder in dem von $1 : \frac{5}{3} : 3 : 4$. Die Zeichen der Quarzoide sind demnach Q, $\frac{5}{3}$Q, 3Q, 4Q. Nach GUSTAV ROSE's neuesten Mittheilungen kommen aber die drei letztern nur hemiedrisch vor.

Auch für die Bestimmung der Plagieder gelten die Winkelmaasse $sr = 142°2\frac{1}{2}'$, $or = 154°55'$, $xr = 161°31'$, $yr = 165°25'$, $ur = 167°59'$, $vr = 171°8'$. Die halben Winkel an den Seitenkanten sind für das Rhomboeder $s = 52°2\frac{1}{2}'$, für die Plagieder $o = 64°55'$, $r = 71°31'$, $y = 75°25'$, $u = 77°59'$, $v = 81°8'$. Die Verhältnisse in dem Schnitte senkrecht auf die Seitenkanten entsprechen den Tangenten, oder den Verhältnissen von $1 : \frac{5}{3} : \frac{7}{3} : 3 : \frac{11}{3} : 5$. Die Zeichen der Plagieder sind $r\frac{S\frac{5}{3}}{2}$, $l\frac{S\frac{7}{3}}{2}$, $l\frac{S3}{2}$, $l\frac{S\frac{11}{3}}{2}$, $l\frac{S5}{2}$.

Die Flächen d, als Zuschärfungen der abwechselnden Seitenkanten des Prismas ∞Q stellen uns die Neigung an der Kante y eines Skalenoeders dar, welches zu ∞R gehört. Sie misst 162°6′. Die Kante von 137°54′ (300° — 162°6′), welche über R entstehen würde, entspricht der Seitenkante von ∞Sm und der Lage des Winkels von 120° am Rhomboeder ∞R. Wir haben also die Winkel von 68°57′ und 60° zu vergleichen, deren Tangenten in dem Verhältnisse von $\frac{3}{2}$: stehen. Das Zeichen des Plagieders d, sowie es hier als Grenze in verwendeter Stellung vorkommt, ist demnach $l\frac{\infty S\frac{3}{2}'}{2}$.

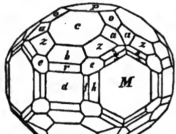
Die ganze Kombination ist mit allen ihren Eigenthümlichkeiten dargestellt durch die Zeichen

$$\begin{matrix} Q, & \frac{5}{3}Q, & 3Q, & 4Q, & \frac{R}{R'}, & r\frac{S\frac{5}{3}}{2}, & l\frac{S\frac{7}{3}}{2}, & l\frac{S3}{2}, & l\frac{S\frac{11}{3}}{2}, & l\frac{S5}{2}, & r\frac{\infty S\frac{3}{2}}{2}, & \infty Q. \\ Pz, & b, & m, & a, & s, & o, & x, & y, & u, & v, & d, & r. \end{matrix}$$

84. PYRAMIDALE KOMBINATIONEN.

1. Die vielflächige Kombination des Idokrases vom Vesuv Figur 314, welche ich in der Sammlung des Johanneums in Gratz vorlängst beobachtet und gezeichnet hatte, ist in den beiden For-

Fig. 314.



men r und x von **Gustav Rose** durch neuere genaue Beobachtungen berichtigt worden. Sie erscheint hier in der neuen Gestalt.

Wir nehmen die Fläche c für die Grundpyramide P. Daraus bestimmen sich unmittelbar die begleitende Pyramide $o =$ P', ferner die Grenzen $P =$ o, $d =$ ∞P und $M =$ ∞P'.

Fig. 315.

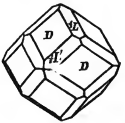
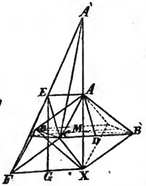
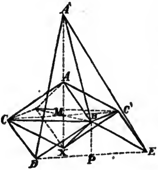


Fig. 316.



Die fünf Formen o, c, z, d und M verhalten sich genau in Bezug auf ihre Kombinationskanten wie in Fig. 315 die Flächen D, O, $\frac{1}{2}$L', D' und H, wenn D und H an den dreiflächigen und vierflächigen Ecken erscheinen. Nach der Entwickelung Fig. 316 ist $\frac{1}{2}$L' = Z3 ein Zirkonoid mit dreifacher Axenlänge zu o gehörig, also in diagonaler Stellung gegen c.

Fig. 317.



Aus jener Figur erhellet auch das Axenverhältniss der parallelen Pyramide b. Die Kombinationskanten sind den Axenkanten von zz, also den Axenkanten von b parallel. Diese Lage ist in Fig. 317 einzeln dargestellt. Die Linie AX ist die Axe der Pyramide $o =$ P', $A'E$ und AD sind zwei scharfe Axenkanten des Zirkonoides $z =$ Z'3, daher $A'DE$ eine Fläche, $A'X$ die halbe Axe $= 2AX$

für die Seite der horizontalen Projektion $DE = CC'$ der abgeleiteten Pyramide *b*.

Da aber P′ die begleitende Pyramide von P ist, so ist AX die Axe von P, wenn die Basis derselben das in $CBC'B'$ eingeschriebene Quadrat ist. Auf gleiche horizontale Projektion mit DE gebracht, muss AX doppelt genommen werden, um die Axe von *c* oder P darzustellen. Die Pyramide *b* hat also eine doppelt so grosse Axe als P, und ist daher 2P. Die drei Pyramiden *o*, *c*, *b* sind Glieder der Hauptreihe P′P und 2P, zwischen den beiden letzteren fehlt nur 2P′, um die Reihe vollständig zu machen.

Das Zirkonoid *e* liegt zwischen *b* und *M*, wie *z* zwischen *s* und *M*; die Kombinationskanten zwischen *s* und *e* sind horizontal, daher ist $e = 2Z'3$, es ist mit dreifacher Axenverlängerung von einer Pyramide abgeleitet, die eine doppelt so grosse Axe hat, als *o* oder P′.

Die Kanten zwischen *e* und *f* sind horizontal, denen zwischen *z* und *e* parallel, daher *f* die Grenze der Reihe dreifacher Zirkonoide oder ∞Z′3, mit Winkeln von 126°52′ über *M*, von 143°8′ über *d*.

Zur Entwickelung der Pyramide *r*, dient Fig. 317, aber sie stellt hier die Ableitung der Pyramide $e = 2Z'3$ aus 2P vor. Die Kante $A'B$ besitzt deutlich die Lage der Fläche von *r*, die entsprechende Axe ist gleich dem dreifachen der Axe von P, oder P′, also die Pyramide selbst 3P.

Das Zirkonoid *s* kann durch folgende Betrachtungen bestimmt werden. Das Zirkonoid $z = Z'3$ liegt zwischen P′ und ∞P, (*o* und *d*) an seinen scharfen Axenkanten erscheint 2P′ mit parallelen Flächen. Die letztere Gestalt ist zwar nicht in der Kombination, wohl aber das schärfere Glied $b = 2P$. Ebenso haben wir das Zirkonoid *s* zwischen P und ∞P′ (*c* und *M*), und an seinen scharfen Axenkanten erscheint 2P (*b*) mit parallelen Kanten, wie diess der in der Natur oft zu beobachtende Durchschnitt von *s*, *b*, *s* erläutert. Wir haben daher die Analogien

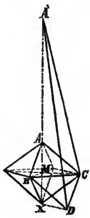
$$\underset{o}{P'} : \underset{b'}{2P'} : \underset{z}{Z'3} = \underset{c}{P} : \underset{b}{2P} : \underset{s}{Z3}.$$

Das Zirkonoid *s* kann daher nur von P, und zwar vermittelst einer dreifachen Axenverlängerung abgeleitet seyn.

Für *a* muss die Ableitungszahl = 3 seyn, wie für *s*, weil die Kombinationskanten zwischen beiden horizontal sind. Die scharfen Axenkanten von *a* liegen aber wie die Flächen von P (*c*), die scharfen Axenkanten von *s* wie die Flächen von 2P (*b*). Bei gleicher horizontaler Projektion ist also die Axe von *a* gleich der halben Axe von *s* = Z3, das Zirkonoid selbst also $\frac{1}{2}$Z3.

Mit *h* macht *s* horizontale Kombinationskanten, wenn diese Flächen zum Durchschnitte kommen, es ist also ∞Z3. Sind die Kanten nicht sichtbar, so leitet der Winkel, der über $M = 143° 8'$, über $d = 126° 52'$ ist.

Fig. 318.



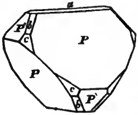
Wir bedürfen einer Konstruktion für das letzte Zirkonoid *x*. Es liegt parallel zwischen *c* und *M*, P und ∞P', und an seinen scharfen Axenkanten liegt über *e* noch die Pyramide r = 3P, sowie diess Fig. 318 ausdrückt. Die halbe Axe von P ist AM; da $A'D$ liegt wie die Fläche von 3P, so ist $A'X = 3AX = 6AM$, und die halbe Axe des Zirkonoides $A'M = 5AM$, das Zirkonoid selbst also Z5.

Die Bezeichnung der ganzen Kombination findet sich demnach:

o,	P',	P,	$\frac{1}{2}$Z3,	Z'3,	2P,	Z3,	3P,	2Z'3,	Z5,	∞P',	∞P,	∞Z'3, ∞Z3.
P,	*o*,	*c*,	*a*,	*z*,	*b*,	*s*,	*r*,	*e*,	*x*,	*M*,	*d*,	*h*, *f*.

2. Der hemiedrische Charakter ist deutlich in der Kombination des Kupferkieses Fig. 319 ausgesprochen. Kaum bedarf man etwas anderes zur Erläuterung der Verhältnisse beizufügen, als die krystallographische Bezeichnung

Fig. 319.

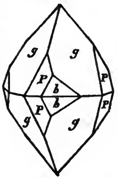


$$\text{o}, \ \text{P}', \ +\frac{\text{P}}{2}, \ -\frac{\text{P}}{2}, \ 2\text{P}'.$$
$$a, \ b, \ P, \ P', \ c.$$

Die drei Pyramiden sind unmittelbar in der Hauptreihe auf einander folgende. Nur die mittlere derselben erscheint mit tetraedrischer Hemiedrie.

3. Den pyritoidisch-hemiedrischen Charakter zeigt die Fig. 320 des Scheelits. Wir nehmen g als die Grundgestalt, für die nächst schärfere Pyramide P folgt unmittelbar das Zeichen 2P'. Zur Entwickelung der Verhältnisse des halben Zirkonoides b, dient die Beobachtung, dass die Kombinationskanten zwischen b und P parallel sind denen zwischen P und g. Ferner dass die Kombinationskanten von g und b parallel sind den Durchschnitten von b mit den unteren Flächen von P', wie man diess leicht in der Natur beobachtet.

Fig. 320.



Diese Lage der Linien ist für eine Fläche in Fig. 321 perspektivisch, und in Fig. 322 auf dem Hauptschnitte vollständig verzeichnet. Die Kombinationskante BC zwischen der oberen Fläche $ABCH$ von P, und der unteren $XC'BC$ von 2P' und die Linie CD parallel der Axenkante AC' von 2P' bestimmen die Lage der Zirkonoidfläche $A'BDC$, welche Gestalt mit 2P' den gleichen Punkt C besitzt. Gesucht wird m, oder das Verhältniss der Axen MA und MA'. Die Linie XB geht durch die Mitte von FM, also ist $FB = \frac{1}{2}FA$, und $DE = \frac{1}{2}DX$. Da $BE = \frac{1}{2}MX$, so ist $A'X = 4A'X$, oder $A'M = 3AM$, daher das Zirkonoid $b = 2Z'3$, ein schon an der ersten Kombination und mehreren Formen dieser Art giltiges Verhältniss. Die Kombination ist im Ganzen:

Fig. 321.

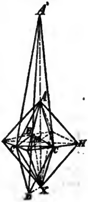
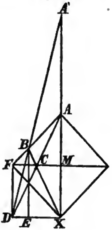


Fig. 322.



$$P,\ 2P',\ \frac{l}{r}\frac{2Z'3}{2}.$$
$$g,\ \ P,\ \ \ b.$$

85. Prismatische Kombinationen.

1. Bei der Entwickelung prismatischer Kombinationen wird es bereits sehr vortheilhaft, die Projektionen zu verzeichnen. So betrachten wir die Fig. 323 und ihre Projektion Fig. 324. Sie

Fig. 323.

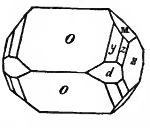
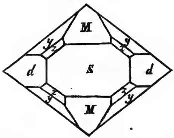


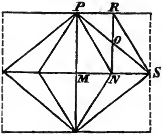
Fig. 324.



stellt eine merkwürdige Varietät am Baryt vor, von Freiberg, in theilbaren Baryt eingewachsen. Wir nehmen das Orthotyp *z* für die Grundgestalt O. Die Domen *M* und *o* liegen au den Axenkanten desselben, und zwar ersteres an den stumpfen, und ist $\bar{D}$, letzteres an den scharfen und ist $\breve{D}$. Die Diagonalfläche *s* ist also $\infty\bar{D}$.

Die Flächen *d* erscheinen als Rhomben an der Stelle der Kombinationsecken zwischen *z* und *o*. Käme ein ähnlich gelegenes Flächenpaar *d'* an den andern Kombinationsecken vor, so müsste *z* auch damit Kanten hervorbringen, die denen von *z* mit *d* parallel wären. *z* würde also, *s* als Basis betrachtet, an den Axenkanten von *d* und *d'* liegen. Die Axenverhältnisse zwischen *d* und der Kante zwischen *z* und *z* werden also $= 2:1$ seyn.

Fig. 325.



Daher ist $d = \infty\breve{O}2$. Diess ist auch in dem Hauptschnitte Fig. 325 klar. Nur wenn $RO = ON$, ist *d* ein Rhombus, dann ist aber auch $MN = NS$, und $MS = 2NS$, wie oben.

Das Orthotyp *y* hat dieselbe Basis wie *d*, dieselbe Neigung der

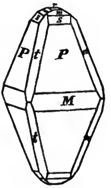
den scharfen Axenkanten von O entsprechenden Axenkanten, ist also Ŏ2.

Die ganze Kombination ist also:

$$\breve{D},\ \bar{D},\ \breve{O}2,\ O,\ \infty\breve{O}2,\ \infty\bar{D}.$$
$$o,\ M,\ y,\ z,\ d,\ s.$$

2. Die in Fig. 326 dargestellte Varietät des **Schwefels** von Artern in Thüringen befindet sich in der WERNERischen Sammlung in Freiberg. Das Orthotyp P bietet sich sogleich als Grundgestalt O dar. Unmittelbar folgt $r = \breve{O}$, $t = \breve{D}$, $n = D$, $M = \infty O$.

Fig. 326.



Für die zwei flachen Orthotype geben vergleichende Messungen der Seitenkanten von m, s und P, die Winkel 62° 9′, 90° 15, und 143° 17′, die Tangenten der halben Winkel 31° 4½′, 45° 7½′ und 71° 38½′ verhalten sich wie die Axen der Orthotype $= 1 : \frac{5}{3} : 5$ oder $= \frac{1}{5} : \frac{1}{3} : 1$. Die krystallographischen Zeichen der Formen sind $\frac{1}{5}O$ und $\frac{1}{3}O$.

Die krystallographische Bezeichnung der ganzen Kombination findet sich:

$$o,\ \tfrac{1}{5}O,\ \tfrac{1}{3}O,\ \breve{D},\ \bar{D},\ O,\ \infty O.$$
$$r,\ m,\ s,\ n,\ t,\ P,\ M.$$

3. Unter den schönen, weissen, durchsichtigen Baryten von Alston Moor, von Herrn Grafen A. BREUNNER gesammelt, besitzt das k. k. montanistische Museum auch die Kombination Fig. 327, deren Projektion auf der Base k in Fig. 328 erscheint. Wie in Fig. 323 und 325 bestimmen sich die Formen:

$$\breve{D},\ \bar{D},\ O2,\ O,\ \infty O2,\ \infty\bar{D}.$$
$$o,\ M,\ y,\ z,\ d,\ s.$$

Die Fläche k steht senkrecht auf der Axe erhält also das Zeichen o, P das Zeichen $\infty\breve{D}$.

Fig. 327.

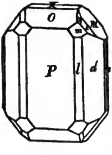
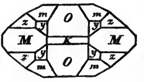
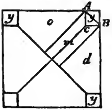


Fig. 328.



Die drei Formen *m*, *l* und *u* sind zu entwickeln. Aus den parallelen Kanten zwischen *P*, *m*, *y*, *m* und *P*, wie sie besonders in der Projektion erscheinen, folgt, dass beide Orthotype den Hauptschnitt senkrecht auf *h* und *s* mit einander gemein haben, die Axe gleich, die der kurzen Diagonale von O (*z*) entsprechen den Diagonalen, doppelt so gross als diese. In der Projektion Fig. 329 sind die Kombinationskanten zwischen *y*, *o*, *y* auch die zwischen *y*, *d*, *y* parallel, ferner ebenfalls die zwischen *o*, *m* und *d*. Analog der Konstruktion für die Ableitung von Orthotypen mit ähnlicher Basis muss also für *m* die entsprechende Diagonale halb so gross seyn als die gleich gelegene Linie für das Orthotyp *y*. Da aber das Orthotyp *m* zur scharfen Axenkante von O (*z*) gehört, so setzen wir diese Linien gleich, und dafür wird die andere Diagonale viermal so gross als die von O, und die Axe, welche bei *y* und *z* gleich war, noch einmal so gross, das Zeichen für *m* ist 2Ŏ4. Die horizontalen einander parallelen Kanten zwischen *m*, *l* und *m* geben für *l* als Folge ∞Ŏ4.

Fig. 329.



Gleicherweise haben wir bei den häufig erfolgenden Durchschnitten von *z*, *u* und *s* Gelegenheit, einen ähnlichen Parallelismus zu beobachten, und daher für *u* den Ausdruck ∞O zu entwickeln.

Die ganze Bezeichnung ist:

o, Ď, D̄, Ŏ2, O, 2Ŏ4, ∞Ď, ∞Ŏ4, ∞Ŏ2, ∞O, ∞D̄.
h, *o*, *M*, *y*, *z*, *m*, *P*, *l*, *d*, *u*, *s*.

4. Die Kombination am Zinkvitriol Fig. 330, Projektion Fig. 331 zeigt ausgezeichnet den hemiedrischen Charakter. Die

Flächen l und l' zusammen würden bei gleicher Ausdehnung ein Orthotyp O hervorbringen. Jede derselben einzeln l und l, oder l' und l' geben ein Tartaroid. Die übrigen Formen erscheinen pantoedrisch. Die Bezeichnung aus der Lage aller Kanten klar, ist:

Fig. 330.

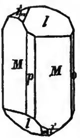
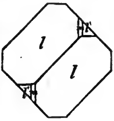


Fig. 331.



$$\breve{D},\ \frac{O}{2},\ -\frac{O}{2},\ \infty O,\ \infty\bar{D},\ \infty\breve{D}.$$

$$m,\ l,\ \ l',\ M,\ \ p,\ \ o.$$

86. Augitische Kombinationen.

Die Annahme einer Abweichung der Axe hat, in Vergleich mit früheren Betrachtungen einzelner Spezies, eine grosse Einfachheit in den Verhältnissen der Formen zum Vorschein gebracht. Am deutlichsten wird man sie in den Projektionen gewahr, welche in der Richtung der Axe und der Diagonalen genommen werden. Man muss daher suchen, diese Erleichterung stets vor die Augen zu bringen. Für die leichte Einsicht in die ohnedem weniger anschauliche Symmetrie ist die graphische Darstellung geneigter Prismenflächen in geneigter Lage gegen eine auf dem Papier gezogene Perpendikulär-Linie nicht vortheilhaft. Wir werden daher stets die Linie, die der abweichenden Axe parallel ist, perpendikulär darstellen.

Die schöne vesuvische Kombination des schwarzen Amphibols Fig. 332, Projektion Fig. 333 diene als Beispiel für die Entwickelung. Man kann an der perspektivischen Darstellung wohl häufigen Parallelismus der Kombinationskanten bemerklich machen, aber nur in der Projektion erscheint derselbe mit hinreichender Evidenz, um die Analogie aus dem orthotypen und pyramidalen Systeme hervorzurufen.

Wir nehmen P als Base o, h und r als $+\frac{A}{2}$ und $-\frac{A}{2}$, M folgt $= \infty A$, $s = \infty\bar{H}$, $x = \infty\breve{D}$.

Fig. 332.

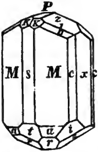
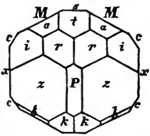


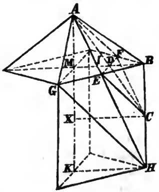
Fig. 333.



Die Abweichung der Axe ist $= 14° 58'$, die Neigung daher von o gegen $\infty\bar{H} = 104° 58'$, die Base schliesst diesen Winkel mit der stumpfen Kante ein, oder mit der Querfläche, welche ihr in der Lage entspricht, und sie mit parallelen Kombinationskanten hinwegnimmt.

Die Flächen *z* gehören zu einem Doma, indem ihre Durchschnitte mit der Base *P* einander parallel sind. Sie erscheinen als Rhomben an den scharfen Kombinationsecken zwischen A und ∞A, das ist zwischen *k*, *r* und *M*. Die Fläche *t*, welche zu einem Hemidoma gehört, erscheint genau so an den stumpfen Ecken. Die rhombische Gestalt AECF Fig. 334 ist davon abhängig, dass AD = DC, also auch AM = MX ist, oder bei gleicher Axe MD = $\frac{1}{2}$MB, das Zeichen für das Doma *z* wird daher $2\breve{D}$, das für das jenseitige Hemidoma *t* wird $-\frac{2\bar{H}}{2}$.

Fig. 334.



Das Hemidoma $-\frac{2\bar{H}}{2}$ (*l*) erscheint mit parallelen Kombinationskanten an der Axenkante von *a*, einem Augitoide von gleicher Basis mit A, da es zwischen dieser Gestalt und ∞A liegt. Dies Zeichen für *a* ist also unmittelbar $-\frac{2A}{2}$.

Dieselbe Figur dient zur Entwickelung von *b* und *i*, welche deutlich gleiche diess- und jenseitige Lage als Augitoidhälften besitzen. Einer ihrer Hauptschnitte stimmt mit dem von A überein, ferner erscheinen sie mit parallelen Kombinationskanten zwischen

$2\breve{D}$ und ∞A, z und M. In Fig. 334 stellt AGB eine Fläche der Grundgestalt dar, AGH eine Fläche der abgeleiteten. Die Linie GH ist parallel EC, daher CH = BC, und $AM = \frac{1}{3}AK$. MI wird daher $= \frac{1}{3}MB$. Setzen wir IM = BM, so wird jede der Linien MA und MG dreimal so gross, daher das Zeichen von $b = + \frac{3\breve{A}3}{2}$, das von i gegenüberliegend $= - \frac{3\breve{A}3}{2}$.

Das Prisma c findet sich durch Messung $= \infty\breve{A}3$, aber auch die Kanten können Aufschluss geben, da die zwischen i, b und c oder Durchschnitte mit der Fläche P, wo sie vorkommen, parallel sind.

Die ganze Bezeichnung ist:

$$o, +\frac{A}{2}, +\frac{3\breve{A}3}{2}, 2\breve{D}, -\frac{A}{2}, -\frac{3\breve{A}3}{2}, -\frac{2\bar{H}}{2}, -\frac{2A}{2}, \infty\breve{D}, \infty\breve{A}3, \infty A, \infty\bar{H}.$$

P, *h*, *b*, *z*, *r*, *i*, *t*, *a*, *x*, *c*, *M*, *s*.

87. Anorthische Kombinationen.

Mit bedeutend abweichenden Winkelmaassen erscheinen ganz ähnliche Formenverhältnisse, auch im anorthischen Krystallsysteme. Insbesondere die des Axinites sind dafür höchst lehrreich, hier wird daher die Varietät aus Cornwall gewählt, die ich in Freiberg untersuchte, an Stücken, welche damals Eigenthum des Herrn Grafen A. Breunner waren, und die nun im k. k. montanistischen Museum aufbewahrt werden.

Sehr verschieden von dem Amphibolkrystalle Fig. 332 erscheint auf den ersten Blick die tafelförmige Kombination des Axinites Fig 335. Au der Projekzion Fig. 336 der letztern erkennt man dagegen alsogleich die vielfältigen Analogien mit der Projekzion Fig. 333 des Amphibols.

Wie dort P nehmen wir T als die Base, und zwar hier des Anorthoides, welches als Grundgestalt für die Ableitung gilt, und bezeichnen sie durch o.

Fig. 335.

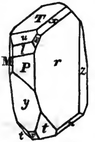


Fig. 336.

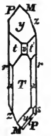


Fig. 337.

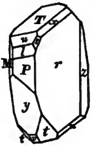
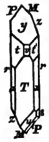


Fig. 338.



Das Anorthoid A, von welchem drei Viertel in der Kombination erscheinen, nämlich die rechte diesseitige Fläche $r\frac{A}{4}(u)$, die rechte jenseitige $-r\frac{A}{4}(t')$, und die linke jenseitige $-l\frac{A}{4}(t)$, ist die Grundgestalt.

In den Flächen P und M erkennen wir das rechte und linke Hemiprisma, von gleichem Querschnitte mit A; nämlich $P = r\frac{\infty A}{2}$ und $M = l\frac{\infty A}{2}$.

Die beiden Längshemidomen-Flächen x und n haben die Lage wie dort die Domen z oder 2 D, sie erhalten also die Zeichen $r\frac{2H}{2}$ für x, und $l\frac{2\bar{H}}{2}$ für n; mit dem Zeichen , weil der stumpfe Winkel der Basis zunächst an den Flächen x und n liegt, wenn auch die vordere Kante MP wegen der Neigung der Axe nur $=$ 90° 18′ wird.

An der Axenkante zwischen t' und t, das ist zwischen $-r\frac{A}{4}$ und $-l\frac{A}{4}$ liegt v, deutlich $-\frac{\breve{H}}{2}$; darunter $y = -2\frac{\breve{H}}{2}$ ähnlich dem t der Figur 196 am Amphibol.

Auch für die Flächen s und l haben wir dort zur Vergleichung die analogen $i = -\frac{3\breve{A}3}{2}$ und $a = -\frac{2A}{2}$. Mit der nöthigen Veränderung der Zeichen für die verschiedene Lage im anorthischen Systeme wird daher $s = r\frac{3\bar{A}3}{4}$, und $l = r\frac{2A}{4}$.

Damit endlich auch in der der Axe parallelen Fläche nichts fehle, ist r die Längsfläche $= \infty\bar{H}$, und z, nach Messung, da

hier keine Durchschnitte beobachtet werden, $= \mathrm{l}\frac{\infty\bar{A}3}{2}$. Sie entsprechen genau den dortigen Flächen $x = \infty\breve{D}$ und $c = \infty\breve{A}3$.

Keine der Flächen ist nns daher aus der Vergleichung mit der augitischen Kombination unentwickelt geblieben, und es ist nur noch übrig, durch Zusammenstellung nach Rechts nnd Links, Diesseits und Jenseits die Zeichen der einzelnen Formen in der Ordnung an einander zu reihen, wie folgt:

$$\begin{matrix} \mathrm{o}, & \mathrm{r}\frac{A}{4}, & \mathrm{r}\frac{2A}{4}, & \mathrm{r}\frac{3\bar{A}3}{4}, & \mathrm{r}\frac{2\bar{H}}{2}, & \mathrm{l}\frac{2\bar{H}}{2}, & -\frac{\breve{H}}{2}, & -\frac{2\breve{H}}{2}, & -\mathrm{r}\frac{A}{4}, & -\mathrm{l}\frac{A}{4}, & \mathrm{r}\frac{\infty A}{2} \\ T, & u, & l, & s, & x, & n, & v, & y, & t', & t, & P \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} \mathrm{l}\frac{\infty\bar{A}}{2}, & \mathrm{l}\frac{\infty\bar{A}3}{2}, & \infty\bar{H}. \\ M, & z, & r. \end{matrix}$$

Die Varietäten aus dem Dauphiné sind meistens viel einfacher, daher kürzer in ihrer Entwickelung, aber wir verstehen sie nur durch Vergleichung mit den zusammengesetzteren. So besteht Fig. 339 aus folgenden sechs einfachen Formen:

$$\begin{matrix} \mathrm{r}\frac{A}{4}, & \mathrm{r}\frac{2A}{4}, & \mathrm{r}\frac{3\bar{A}3}{4}, & \mathrm{r}\frac{2\bar{H}}{2}, & \mathrm{r}\frac{\infty A}{2}, & \infty\bar{H}. \\ u, & l, & s, & x, & P, & r. \end{matrix}$$

Diese Varietät bildet gewissermassen das rechte diesseitige Viertel der ganzen Kombination, von derselben in Fig. 336 nach Linien in der Projektion parallel und senkrecht auf r abgetrennt, so wie die Projektion Fig. 340 es zeigt.

Fig. 339.

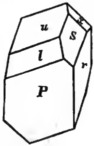
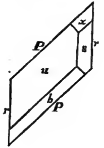


Fig. 340.



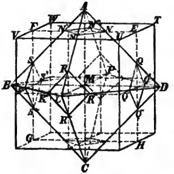
88. Zeichnung der Kombinationen.

In den Abschnitten §. 22, 41, 49 bei dem Hexaeder, den Rhomboedern, den Pyramiden, sind die Regeln erläutert, deren

man sich bedient, um genaue Darstellungen der einfachen Gestalten zu entwerfen.

Die Kombinationen enthalten zu gleicher Zeit zwei, drei oder mehrere einfache Gestalten; die allgemeinste Regel wird daher seyn, dass man die in einer Kombination darzustellenden Gestalten in paralleler Stellung über einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt verzeichnet, die Durchschnitte ihrer Flächen untersucht, welche ihre Kombinationskanten sind und diese nebst den etwa noch übrig bleibenden Kanten der einfachen Gestalten aufträgt.

Fig. 341.



So sind in Fig. 341 Hexaeder und Oktaeder mit gemeinschaftlichem Mittelpunkte verzeichnet. Ihre Flächen schneiden sich in den Linien NN', QQ', RR', SS', was man findet, wenn die Mittelpunkte der Hexaederkanten EF, GH, FG, EH u. s. w. durch gerade Linien verbunden werden, bis sie die Oktaederkanten schneiden. Von den letzteren bleiben die Stücke NR', NQ, RQ'' übrig.

Einfacher erhält man dieselbe Zeichnung unmittelbar aus dem Oktaeder. Man trägt nämlich von den Spitzen aus $\frac{1}{n}$ jeder Kante auf diesen Kanten auf und verbindet sie durch Linien. Das Resultat ist die gesuchte Kombination. Die Punkte werden sodann vermittelst Durchstechens mit einer Nadelspitze auf reines Papier übertragen und durch gehörige Verbindung der Punkte durch gerade Linien vollendet.

Genau wie in dem gegenwärtigen Falle verfährt man auch in jedem anderen. Genauigkeit in Entwerfung der Grundzeichnungen bewährt sich, je mehr man Formen mit der ursprünglichen verbindet.

Dem Geschmacke HAÜYS verdanken wir die ersten schönen Krystallfiguren.

Aehnlich dem Zeichnen von Kombinationen ist das Verfahren bei der Verfertigung der Krystallmodelle von Kombinationen, und

es genügt hier nur im Allgemeinen erwähnt zu werden. Man vollendet erst das Oktaeder, und schneidet dann mit gleich grossen Kantenabschnitten alle Spitzen weg, und so in andern Fällen.

Ein sehr leichtes Verfahren Krystallmodelle zu gewinnen, ist das der Netze. Man entwirft zuerst das Netz, das heisst man zeichnet die bekannte Gestalt der Flächen der Formen auf, z. B. sechs Quadrate für den Würfel, acht gleichseitige Dreiecke für das Oktaeder, u. s. w., und zwar so, dass je zwei Flächenfiguren sich in einer Linie berühren, welche später eine Kante des Körpers vorstellen soll. Halb einschneiden in die Pappe, auf welche gezeichnet wurde, zusammenbiegen zur Bildung des Körpers, und zuletzt verkleben mit Papier vollendet das Modell. Auch diese Arbeit übt durch stete Beschäftigung den Geist für das Aufnehmen des Begriffes regelmässiger Körper, doch ist das Schneiden aus dem Ganzen zu diesem Zwecke vortheilhafter, weil dabei jede Fläche stets ihre unveränderte Stellung beibehält.

VI. DIE OBERFLÄCHE.

89. OBERFLÄCHE DER KRYSTALLE.

Alle geometrischen Untersuchungen an den Krystallen setzen als Begrenzungen die gleichartigen Flächen derselben als vollkommen gleich und ähnlich und sie selbst als vollkommen mathematische Ebenen voraus, deren Kanten vollkommene gerade Linien sind. Von dem Begriff einer mathematischen Ebene, von Gleichheit und Aehnlichkeit der Figur weichen aber die Begrenzungsflächen der Krystalle in mancherlei Beziehung ab.

Bei der vollkommensten Ebenheit besitzen die gleichartigen Flächen nicht immer die gleiche Ausdehnung. An den eingewachsenen Kombinationen des Hexaeders und Oktaeders von Schwefelkies von verschiedenen Lokalitäten lässt sich diese Beobachtung machen. In Cornwall, bei Liebenstein im Voigtlande Sachsens, zu Grossalmerode in Hessen kommen verschiedene unregelmässig verlängerte Schwefelkieskrystalle vor. Am Fluss, an den Kalkspath-Skalenoedern von Derbyshire, am Bleiglanze, am Beryll, ist diess nichts seltenes. Der Quarz zeigt mancherlei dahingehörige Erscheinungen. Die gewöhnlichen Kombinationen Q, ∞Q sind

zwischen den Prismenflächen ∞Q zusammengedrückt, oder die Quarzoidflächen sind jede anders ausgedehnt, so dass oft scheinbar ganz unsymmetrische Gestalten entstehen. Höchst merkwürdige Erscheinungen dieser Art sind insbesondere an den vollkommen klaren und scharfkantigen Bergkrystallen aus dem Dauphiné sehr gewöhnlich. Dergleichen Abweichungen müssen stets auf die geometrische Einfachheit zurückgeführt werden. Doch wird uns die Vorsicht gebieten, in dieser Vereinfachung nicht zu weit zu gehen, wie denn die Arbeiten der neuesten Zeit häufig die scheinbar regelmässigen Resultate älterer Forscher als der Natur nicht vollkommen entsprechend nachgewiesen haben, hemiedrische Symmetrie fand sich statt pantoedrischer, das rhomboedrische und pyramidale System fand sich statt des tessularischen, das augitische System statt des orthotypen u. s. w.

Der Begriff der krystallographischen Axen, §. 122, ist nicht in der dort gegebenen Beschränkung bei den in der Natur vorkommenden Krystallen anwendbar. Statt einer einzigen Linie erhält man eine unendliche Anzahl einer solchen Linie parallel gehenden Richtungen. Die Axe eines Rhomboeders verbindet die zwei Spitzen und geht durch den Mittelpunkt des Körpers. Sind die Flächen unregelmässig ausgedehnt, so ist diess nicht mehr der Fall; nicht durch die zwei Spitzen geht eine Axe, sondern die Axenrichtung, welche für jedes kleinste Theilchen des Krystalls gilt, ist eine solche, dass für eine gegebene Spitze die Axenlinie gleich gegen die drei in derselben zusammenlaufenden Axenkanten geneigt ist. Dieselbe Ausdehnung muss auch, wie sich später zeigen wird, den optischen Axen und Linien überhaupt gegeben werden.

Was bei der krystallographischen Betrachtung der Formen Axe genannt wird, ist eine Linie, parallel dieser Linie geht die Axenrichtung in den natürlichen Krystallen.

Die Flächen selbst sind auch nicht immer eben, sondern uneben oder gekrümmt. Man unterscheidet insbesondere glatte, gestreifte, rauhe, drusige, gekörnte und gekrümmte Flächen.

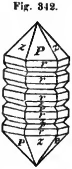
Die glatten Flächen lassen keine Unebenheiten wahrnehmen, sie nähern sich am meisten dem Begriffe einer mathematischen Ebene. Vollkommen glatte Flächen sind selten. Man trifft sie an kleinen Krystallen, den ganzen Umschluss bildend, oder

einzelnen bestimmten Gestalten an grösseren Krystallen angehörig. Glatte Flächen sind häufig zugleich auch glänzend, daher sie dem Auge ganz nahe gebracht ein vollkommenes Bild eines Gegenstandes zurückzustrahlen vermögen. Auf der Vollkommenheit dieser Eigenschaft beruht der Gebrauch des Reflexionsgonyometers.

G e s t r e i f t e Flächen sind mit parallelen linienartigen Erhabenheiten und Vertiefungen bedeckt. Untersucht man sie genau, so nimmt man wahr, dass nebst der in der Richtung der wirklichen Fläche erscheinenden noch Anfänge von anderen Flächen sich zeigen, welche mehrmals mit einander abwechseln, und so eine Reihe paralleler Durchschnitte hervorbringen. Die Streifung der Flächen wird also durch diese Kombinationskanten hervorgebracht.

Streifung findet sich sehr häufig in der Natur. Die Flächen des regelmässigen sechsseitigen Prismas ∞Q am Quarze sind stets horizontal gestreift, manchmal sehr fein, aber auch oft mit so deutlichen Abwechselungen wie in Fig. 342, der Flächen von $r\frac{Q}{2}$ (P) und $l\frac{Q}{2}$ (z) mit ∞Q (r), dass man sich ihrer als Beispiel für die Erklärung dieses Phänomens bedienen kann. Nicht bloss die Flächen von Q und ∞Q sind es am Quarz, welche durch ihre Abwechselung die Streifung hervorbringen; man entdeckt auch die wenig gegen r geneigte Lage mancher scharfen Quarzoide, die zur Krystallreihe des Quarzes gehören.

Fig. 342.



Die Hexaeder des Schwefelkieses sind häufig gestreift, und zwar in drei senkrecht auf einander stehenden Richtungen, wie Figur 343, von HAÜY *Variété triglyphe* genannt. Dieselbe Richtung der Streifung ist bei den Pyritoiden derselben Spezies, z. B. denen von Schemnitz Fig. 344 ersichtlich; die eine wie die andere Form hat ihre

Fig. 343.

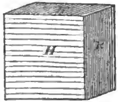


Fig. 344.

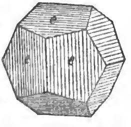
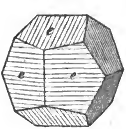
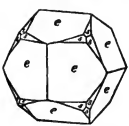


Fig. 345.



Streifung von dem Erscheinen der andern. Nur ihre Stellung ist hier nicht die parallele, sondern die umgekehrte. Durch die Streifung schon zeigt das Hexaeder Fig. 343 den pyritoidischen Charakter, während die Streifen in Fig. 344 durch die Hexaederflächen selbst hervorgebracht sind.

Fig. 346.



Die Pyritoide von Elba Fig. 345 zeigen aber oft die der vorigen gerade ins Kreuz liegende Streifung parallel der Senkrechten auf die charakteristische Kante, welcher dort die Streifung entsprach. Sie ist hier durch Flächen des Diploides $\frac{\frac{1}{2}A\frac{1}{3}}{2}$ (*s*) hervorgebracht, dessen längste Kante wie die Fläche von $\frac{\frac{1}{2}F}{2}$ geneigt ist,

Fig. 347.



wie man schon an dem Zeichen erkennt. Die Kombination der beiden Formen selbst ist in Fig. 347 dargestellt.

Die Fläche des Rhomboeders $\frac{1}{2}R'$ (*g*) am **Kalkspathe** erscheint kaum je ohne die charakteristische Streifung parallel seiner geneigten Diagonalen, oder parallel den Kombinationskanten mit R. Aber zwischen $\frac{1}{2}R'$ und R sind noch mehrere andere Formen bekannt, z. B. das Quarzoid Q, die Skalenoeder $\frac{1}{4}S3$ und $\frac{2}{5}S\frac{5}{3}$, welche Antheil an der Streifung nehmen.

Rauhe Flächen scheinen zwar im Ganzen eben, sind aber doch mit kleinen Unebenheiten besetzt, welche die gleichmässige Zurückstrahlung des Lichtes hindern, daher sie kein Bild ins Auge entsenden.

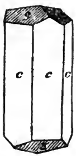
Drusige Flächen zeigen die Unebenheiten in einem vergrösserten Massstabe, und sie erklären dadurch die Erscheinung der rauhen. Es ragen nämlich über der Ebene der Flächen krystallinische Theilchen, von Krystallflächen in anderen Richtungen be-

grenzt hervor, aus deren Spiegeln in diesen Richtungen man die Form derselben erkennt. In Schlaggenwald in Böhmen kommt dunkelblauer Fluss vor, dessen Gestalt ein Oktaeder mit drusigen Flächen genannt werden kann. Genau betrachtet zeigen sich die Oktaeder als aus einer grossen Menge kleiner Hexaeder bestehend, welche eine vollkommen parallele Stellung haben. Alle ihre Flächen spiegeln zugleich. Die Spitzen der Hexaeder bilden die Oktaederflächen.

Gekörnte Flächen sind mit rundlichen Erhabenheiten besetzt. Eckige flach pyramidenartige Erhabenheiten tragen viele Flächen auf sich, welche dadurch die vollkommene Ebenheit verlieren, die ihnen als geometrisch entwickelte Glieder der Krystallreihe zukommen. Anstatt eines Bildes strahlen dreiseitige Flächen dieser Art, welche also eine dreiseitige Pyramide auf sich tragen, auch drei verschiedene Bilder zurück, vierseitige Flächen, vier Bilder u. s. w., die nur sehr wenig von einander entfernt sind. Obwohl manche von diesen als besondere einfache Gestalten bestimmt und behandelt werden können, so verdienen sie doch als eine eigene Klasse von Gestalten betrachtet zu werden, bei deren Hervorbringung nebst der allgemeinen spezifischen Anziehung auch die Gestalt der Fläche Einfluss gehabt zu haben scheint.

Im Ganzen genommen stellen alle die vorhergehenden Verschiedenheiten doch ebene Flächen vor. Es gibt aber an den Krystallen oft krumme Flächen, die zugleich glatt seyn können, und eine ganz beständige Lage zeigen. Der Diamant ist oft ganz von krummen Flächen eingeschlossen, vorzüglich die Gestalten, welche nicht Oktaeder sind, wie die Borazitoide und Adamantoide, die Hexaederflächen sind drusig, aber die Oktaederflächen besitzen die höchsten Grade der Vollkommenheit, und sind glatt und glänzend. Am Baryt finden sich oft krumme Flächen, zu einem Orthotype gehörig an den Kombinationsecken zwischen $\bar{D}$ (*M*) und $\infty\breve{O}2$ (*d*). Am Kalkspathe erscheinen krumme glatte Flächen, zuweilen an den horizontalen Kombinationskanten zwischen $\frac{1}{2}R'$ und ∞R Fig. 346. Die Flächen des Rhomboeders $\frac{1}{2}R'$ selbst sind durch die Aufeinanderfolge der die Streifung hervorbringenden Flächen zylindrisch gekrümmt. Es entstehen dadurch linsenförmige Gestalten, wenn nur die zwei Formen $\frac{1}{2}R'$ und R

Fig. 348.



zusammen die Streifung hervorbringen, oft auch nur R allein, welches in seinen Axenkanten nicht vollständig ausgebildet ist.

Formen dieser Art, nur noch mit der Fläche senkrecht auf die Axe kombinirt, finden sich an dem Dolomit, dem Braunspath von Ratieborzitz, sehr ausgezeichnet am Mesitin aus dem Brozzothal in Piemont. Auch in andern Kombinationen erscheinen sie häufig und es lässt sich insbesondere an der Lage der Streifung der drei in einer Spitze zusammenlaufenden Flächen von $\frac{1}{2}$R′ am Kalkspath die Richtung der krystallographischen Hauptaxe erkennen, und dadurch die Entwickelung der Kombination vorbereiten.

Die Lage der so häufig vorkommenden Krümmung der Oberfläche am Gyps, ist besonders merkwürdig. Sie liegt an der Stelle, der Fläche *o* parallel der Basis des Augitoides A (der Haüy-schen Flächen *l* und *n*) und rundet sich mit den Flächen *l* selbst ab, sowie es die Fig. 349, eine Varietät von Bex in der Schweiz zeigt. Es gibt in Thon eingewachsene Krystalle von Gyps, die bloss in diesen krummen Flächen eingeschlossen sind, und welche dann eine linsenförmige Gestalt annehmen wie Fig. 350. An der Stelle *P* ist aber jederzeit noch ein Rest der vollkommenen Krystallflächen zu erkennen, sowie auch die Flächen *f* in den meisten Fällen noch wahrzunehmen sind. Ziemlich vollkommene Linsen dieser Art finden sich in ansehnlicher Grösse aber mannigfaltig verwachsen am Montmartre bei Paris zum Theil in eigenthümlichen Zwillingskrystallen, die später erklärt werden sollen; in parallelen Steilen aneinander gewachsen kommen sie bei Teplitz vor. Diese Gestalt ist die gemeine Linse Werners, nicht uninteressant in der Geschichte der Entwickelung krystallographischer Methoden.

Fig. 349.

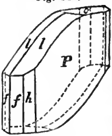


Fig. 350.



Eine zylindrische Gestalt nehmen durch vielfältige Längenstreifung die der Axe parallelen Prismen am Apatit, Pyromorphit, Turmalin und anderen Spezies an.

Die krummen Flächen am Diamante, am Gyps, Kalkspath, Schwerspath, und anderen sind konvex. Am Chabasit finden sich konkave Flächen zunächst den Axenkanten des Rhomboeders R, in welcher Gestalt er sich meistens findet, als zylindrisch vertiefte, doch glatte Streifung.

Auch die Kanten der Krystalle sind nicht gerade Linien. Die Durchschnitte krummer Flächen bringen untereinander, und mit ebenen Flächen krumme Kanten hervor, wie diess am Diamant mit grosser Vollkommenheit erscheint. Aber oft runden sich wie mit der einzelnen krummen Fläche, am Gyps auch noch andere Flächen in ihren Kanten zu, und es entstehen abgerundete Kanten, die manchmal wie am Bleiglanze, am Spinell von Åker, am Olivin aus dem Meteoreisen aus Sibirien, am Franklinit aus Nordamerika und andern, selbst zwischen glatten, spiegelglänzenden Flächen von der höchsten Vollkommenheit der Ausbildung liegen.

Bei aller ungleicher Vergrösserung gleichartiger Flächen, bei allem unregelmässigen Ansehen derselben, so lange sie nur noch überhaupt messbar sind, bleiben die Winkel der Gestalten doch dieselben, so dass im Allgemeinen ihre Unveränderlichkeit, sowie diess zuerst von Romé de Isle ausgesprochen wurde, als ein wichtiges Naturgesetz gelten kann. Man muss daher zu Winkelbestimmungen die vorzüglichsten, mit den besten ebenen Flächen versehenen Krystalle auslesen. Kupffer hat zuerst Abweichungen von der gänzlichen Gleichheit der Winkel mit Schärfe nachgewiesen. Die Abweichungen, welche Breithaupt an den verschiedenen zu einer einfachen Form gehörenden Flächen auffand, bewogen ihn Vieles in Frage zu stellen, was bisher allgemein angenommen war, und wofür die Symmetrie zu sprechen schien. So fand er die Neigung der Rhomboederflächen am Turmalin an jeder Kante verschieden. Aehnliches am Idokras, am Apatit, selbst an den zu dem Pyritoid $\frac{\frac{1}{2}F}{2}$ gehörenden Flächen am Schwefelkiese. Die Winkel der zwei Hälften des Quarzoides am

Quarze r $\frac{Q}{2}$ (P) und l $\frac{Q}{2}$ (z) haben nach ihm bis 0° 26′ verschiedene Winkel.

Man kann in Beziehung auf diese Winkelunterschiede zwei Wege einschlagen. Entweder nach der Symmetrie bei den oben erwähnten Arten, das rhomboedrische und das pyramidale System als in der Natur begründet ansehen, und dann die Winkelverhältnisse zwar genau registriren, aber als Abweichungen betrachten; oder man muss die Spezies aus den rhomboedrischen und pyramidalen Systemen in das anorthische verweisen, indem man den Winkelmessungen die entscheidende Stimme einräumt. Wir geben annäherungsweise eine nahe stehende symmetrische Grundgestalt mit dem Wunsche, dass die Arbeiten der Mineralogen diesen höchst wichtigen Gegenstand der sorgfältigsten Prüfung unterwerfen mögen.

90. Zustand der Vollkommenheit der Krystalle.

Krystalle sind bei ihrer Entstehung als Individuen entweder einzeln in einer fremdartigen Masse von durchaus gleicher Beschaffenheit gebildet; oder mehrere Individuen von derselben Beschaffenheit berühren einander, oder endlich war das den Krystall bei seiner Entstehung umgebende Mittel selbst in verschiedener Richtung von verschiedener Beschaffenheit.

Krystalle mit glatten, symmetrisch ausgedehnten Flächen einzeln in einem gleichartigen Mittel gebildet, werden eingewachsene, oder wenn sie aus demselben herausgenommen sind, lose Krystalle genannt. Sie lassen in der Masse einen Abdruck zurück, wenn sie nicht etwa fest mit derselben verwachsen sind. Gut ausgebildete lose Krystalle sind die vollkommensten Produkte des Mineralreiches. Die Magnet-Oktaeder von Latterding bei Hofgastein, die von Pfitsch, Schwefelkies aus Thonschiefern, manche Granate, Feldspathe, Salz in Thonmergel lassen sich aus der Umgebung herausnehmen. Viele Feldspathe in harten Porphyren erlauben diess nicht, obwohl ihre Durchschnitte auf den Bruchflächen beweisen, dass ihre Oberfläche von ebenen Flächen gebildet ist.

Als Beispiele von Krystallen, die eingewachsen gebildet sind, das heisst in einem Mittel, welches von allen Seiten die freie Aeusserung der Krystallisationskraft erlaubte, können wir den Schnee anführen, der in der Luft, die Eisnadeln, die im Wasser eingewachsen sind, und die erst zu Boden fallen, wenn sie zu schwer geworden sind; die Salmiakkrystalle, die sich in erkalteten gesättigten Auflösungen so schnell bilden, dass sie im Kleinen das schönste Bild des Schneefalls darstellen, und andere.

Die Oberfläche der eingewachsenen Individuen ist aber oft selbst fern von glattflächig, die Flächen sind uneben, rundlich, die Kanten unscheinbar, und anstatt Krystallen nehmen wir nach der mehr und weniger rundlichen oder unregelmässigen Form, Körner oder eckige Stücke wahr. Der Granat zeigt häufig Körner; Dolomit, vollkommen theilbar, ist in dem grünen Talk des Greiners im Zillerthal eingewachsen, und von ganz runden Flächen begrenzt. Die Körner und eckigen Stücke sind stets Individuen, und daher einfach, die zusammengesetzten Mineralien erscheinen in mancherlei andern später zu erläuternden kugelähnlichen Gestalten. Ein Beispiel von Körnern gibt Silber in kleinen Mengen vor dem Löthrohr geschmolzen. Mit dem Aufglühen des Blicks krystallisirt es um und um, so dass man die Winkel des Hexaeders, des Oktaeders und Granatoides deutlich unterscheiden und selbst durch Spiegelung messen kann.

Aufgewachsene Krystalle sind nur zum Theil von einer Masse umgeben, welche der freien Bewegung der Theilchen bei ihrer Entstehung kein Hinderniss entgegen setzten. Sie sind daher auch nur an einem Ende ausgebildet, und daher unvollständig. Das andere Ende wird zur vollständigen Symmetrie ergänzt, doch muss man auch hier auf das sorgfältigste darauf sehen, dass man nicht zu viel Symmetrie ergänze. So zeigt am Turmalin, am Topas, am Galmei, am Rothgiltigerz das untere Ende oft eine verschiedene Bildung von dem oberen, man wird daher den an beiden Enden zu beobachtenden Individuen vorzügliche Aufmerksamkeit schenken, und nach der natürlichsten Anleitung bei der Ergänzung verfahren.

Auch aufgewachsene Krystalle zeigen der Körnerbildung ähnliche Unregelmässigkeiten. Solche sind die geflossenen Gestal-

ten am Bleiglanze, an dem die Kanten glattflächiger Krystalle ganz abgerundet erscheinen, bis man oft die Gestalt gar nicht mehr erkennen kann. Das Ungestaltete der Blende, z. B. von Kapnik gehört ebenfalls hierher, und begreift viele nebeneinander aufgewachsene Krystalle, deren Oberfläche unregelmässig abgerundet ist.

Wo sich Krystalle von derselben Beschaffenheit berühren, entstehen Flächen von eigenthümlicher Beschaffenheit. Sie sind selten eben, und diess nur in dem später ausführlich zu betrachtenden Falle der regelmässigen Zusammensetzung oder Zwillingskrystallisation. Im Allgemeinen halten sie keine bestimmte Richtung, sind unregelmässig gestreift, häufig rauh, und gewöhnlich uneben. Zuweilen trennen sich die Individuen leicht in denselben, wie am Kalkspath, am Kokkolith, einer Varietät des Granates, zuweilen zerbrechen die Individuen lieber in jeder anderen Richtung als in diesen Zusammensetzungsflächen.

An der Beschaffenheit der Oberfläche der Krystalle beurkundet sich das Fortschreiten der Bildung, aber auch das Fortschreiten der Zerstörung. Die mit kleinen Krystallspitzen und Theilchen besetzten Flächen erscheinen zum Theil noch im Fortwachsen begriffen. Aber auch die Auflösung hinterlässt eine merkwürdige Beschaffenheit der Oberfläche. Ich habe vielfältig die in MOHS *) angeführte Bemerkung gemacht, dass Steinsalz an feuchter Luft gelegen nach und nach in der Art Feuchtigkeit anzieht, dass über die ganze Würfelfläche Fluoroidflächen von dem Fluoroid $\frac{1}{2}$F gebildet werden, theils ausspringende, theils einspringende Winkel zeigend. Die Abrundung der Kanten am Bleiglanze haben wir einem ähnlichen Verhältniss der Auflösung zuzuschreiben.

Das Zerfressene, wo es an Krystallen vorkommt, ist durch theilweise Auflösung hervorgebracht. Ungemein lehrreich ist in dieser Beziehung das Vorkommen mancher Aragonkrystalle von Herrengrund, welche ihrer ganzen Länge nach wie durch parallele Sägeschnitte eingekerbt erscheinen.

Man trifft Individuen in Gestalten, welche fern von derjenigen Regelmässigkeit sind, die sich auf Krystallformen zurückfüh-

*) ZIPPE, Thl. II p. 38.

ren lassen. Die Zerstörung der Oberfläche einiger, leitet unmittelbar auf die Frage, wohin die hinweggenommenen Theile geführt werden. Man trifft sie auch oft nicht weit von der ursprünglichen Stelle wieder als kleine Individuen abgesetzt, die als Resultat der Bildung aus einem bewegten Mittel nicht immer regelmässige Formen zeigen. Am Bleiglanze von Przibram sind sie vorzüglich deutlich.

Man findet Individuen von Kalkspath, welche die Gestalt von Röhren besitzen, und die WERNER und MOHS pfeifenröhrig genannt haben. Ihre Bildung ist der tropfsteinartigen analog, und sie werden dort bei den nachahmenden Gestalten nebst einer ausführlichen Beschreibung der przibramer Bleiglanze, vollständiger erklärt werden.

VII. DAS GEFÜGE.

91. THEILBARKEIT.

Die Individuen des Mineralreiches bestehen aus durchaus gleichartiger Materie. Man kann durch angewandte mechanische Gewalt den Zusammenhang der Theile oft sehr leicht aufheben, aber man entdeckt überall die gleiche Beschaffenheit in denselben.

Bei dem Versuche das Innere der Individuen durch Trennung ihrer Theile zu erforschen, erkennt man die höchst merkwürdige Eigenschaft vieler derselben, dass diese Trennung in glatten, ebenen Flächen stattfindet, die man vorher nicht bemerken konnte, weil sie in der That noch nicht vorhanden sind. Man nennt diese Eigenschaft die Theilbarkeit oder Spaltbarkeit der Mineralien, die erstere Benennung von MOHS für die Eigenschaft gebraucht. WERNER nannte sie den blättrigen Bruch. Die Theilbarkeit ist also die Eigenschaft der Individuen, dass ihre Theile sich in mehr oder weniger glatten ebenen Flächen trennen lassen. Nicht diese Flächen, nur die Fähigkeit, leichter in diesen als in anderen Richtungen zu zerbrechen, ist vor der wirklichen Trennung da. Die Trennung der Theile in unregelmässige krumme Flächen ist, als Gegensatz zur Theilbarkeit der Bruch der Individuen.

Hat man eine glatte und ebene Fläche dieser Art in einem Individuo entdeckt, so folgt parallel derselben an jedem Punkte,

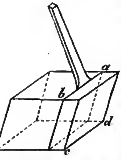
wo man den Versuch anzustellen für gut finden mag, die regelmässige Trennung der Theile mit derselben Vollkommenheit und Leichtigkeit wie bei dem ersten. Darin besteht der Charakter der Theilbarkeit, zum Gegensatze der später zu erörternden Zusammensetzung.

Die Flächen, welche durch Theilbarkeit hervorgebracht werden, sind die Theilungsflächen. Die Richtungen, in welchen sie stattfinden, sind die Theilungsrichtungen. Mehrere derselben finden sich oft zugleich in einem einzigen Individuo, und bringen dann in ihrem Durchschnitte regelmässige Gestalten hervor, die man Theilungsgestalten nennt.

Theilungsflächen sind oft sehr leicht zu erhalten. Wenn man mit dem Hammer auf ein Stück Kalkspath oder Bleiglanz schlägt, so springen die Stücke mit Leichtigkeit auseinander, und zwar der erstere in solche, die mit unbedeutendem Nachhelfen die Gestalt eines Rhomboeders von 105° 5′, die letztere in solche, welche die von Würfeln darstellen. Man sagt, dass der Kalkspath sich in Rhomboeder, der Bleiglanz in Würfel theile, oder nach diesen Gestalten theilbar sei.

Die Forschung begnügt sich nicht, dem Zufalle das Aufdecken der Flächen zu überlassen. Hat man erst die Anzeichen des Vorhandenseins von Theilbarkeit, so wendet man zweckmässig Hülfsmittel an, um sie möglichst deutlich und regelmässig zu erhalten. Ein stählerner Meissel mit einer scharfen Schneide ist hierzu vorzüglich geeignet. Man setzt ihn wie Fig. 351 mit der Schneide in der Richtung der hervorzubringenden Theilungsfläche auf. Die entgegengesetzte Seite ruht auf einer Unterlage, die möglichst gleich gegen dieselbe drückt. Besonders ist mehrfach zusammengelegtes Tuch dazu anwendbar. Nun schlägt man mit einem kleinen Hammer rasch auf den Meissel, und ein Stück wie *acbd* trennt sich von der Hauptmasse. Bei dem Kalkspathe, der hier als Beispiel abgebildet ist, gelingt die Theilung leicht auf diese Art.

Fig. 351.



Die Richtung des Meissels von der Kante weg ist vortheilhafter

als eine Richtung gerade nach der hervorzubringenden Fläche zu, weil man nicht so viel Kalkspath zermalmt.

Nicht bei allen theilbaren Individuen gelingt das Theilen mit gleicher Leichtigkeit. Es finden sich vielmehr alle möglichen Abstufungen von der grössten Vollkommenheit und Leichtigkeit die Theilungsflächen hervorzubringen, bis zu derjenigen Beschaffenheit der Bruchstücke, welche nur dem aufmerksamen Beobachter ihr Daseyn verrathen. Man bezeichnet sie durch die Ausdrücke: sehr vollkommen, vollkommen, unvollkommen, undeutlich, unterbrochen, in Spuren, jenachdem sie mehr oder weniger dem Bilde der Vollkommenheit entsprechen. Das Mehr oder Weniger derselben ist aber in seinen feineren Abstufungen nicht von grosser Wichtigkeit, da sie selbst innerhalb der Grenzen einer Spezies wechselt. Die gegenseitige Vollkommenheit an einem Individuo bleibt um desto wichtiger.

Man kann Reihen von Glimmer, von Kalkspath zusammen stellen, von den vollkommensten glatten ebenen spiegelnden Flächen bis zu solchen, die wenig mehr von jener grossen Regelmässigkeit zeigen. Spuren von Theilbarkeit fordern zu ihrer Entdeckung oft ein starkes einseitiges Licht, wie das Kerzenlicht oder die Sonne.

Als Beispiel der Abstufung der Vollkommenheit nennen wir: 1. Glimmer, Gyps, Doppelspath, Euklas, Antimonglanz, Bleiglanz, Zinnober, Blende. 2. Fluss, Baryt, Ankerit, Amphibol, Pistazit, Wolfram. 3. Kryolith, Angit, Scheelit, Gelbbleierz, Wernerit, Braunit. 4. Aragon, Pyromorphit, Datolith, Quarz, Granat, Zinnstein, Bournonit, Fahlerz.

Die Theilbarkeit des Glimmers ist so leicht zu erhalten, dass man ungemein dünne und dann elastische Blättchen erhalten kann. Sie zeigen im gewöhnlichen Lichte die eigenthümlichen Farben dünner Blättchen nach der Skala der NEWTONischen Ringe. HAÜY hat berechnet, dass das tiefe Blau der zweiten Ordnung, welches von einem solchen Blättchen zurückgeworfen wird, der ausserordentlichen Dünne von $\frac{1}{300000}$ eines Zolles entspricht.

Theilungsflächen finden sich einzeln, zu zweien, dreien, vieren, fünfen, sechsen u. s. w. Ihre Lage in dem Individuo wird durch die Lage der Krystallflächen der Spezies bestimmt, in wel-

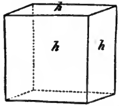
chen sie vorkommen, oder vielmehr die Theilbarkeit ist der innere Ausdruck derselben Eigenschaft der unorganischen Körper, welche sich äusserlich in der Krystallisation zu erkennen gibt.

Einige Beispiele werden am besten die Art und Allgemeinheit des Vorkommens von Theilbarkeit an den Spezies des Mineralreiches zeigen.

1. Tessularisches System.

1. Drei Richtungen. Der Würfel H Fig. 352 am Salz, Bleiglanz vollkommen. Deutlich an der Manganblende, grösstentheils unvollkommen am Pyrit.

Fig. 352.



Durch verschiedene Ausdehnung der Theilungsflächen erscheinen die Theilungsgestalten als Würfel, oder als rechtwinklig vierseitige Prismen und Tafeln, oder als rechtwinklige Prismen mit länglichem Querschnitte.

Durch die Theilungsflächen lassen sich bei den Oktaedern des Bleiglanzes die Spitzen hinwegnehmen, den Flächen der Würfel sind sie parallel. Sie besitzen im Innern genau die Lage, wie die von Aussen sichtbaren Hexaederflächen.

2. Vier Richtungen. Das Oktaeder O Fig. 353 am Fluss, am Diamant, am gediegenen Wismuth vollkommen, undeutlich am Alaun. Die von der geringsten Anzahl von Flächen begrenzte Gestalt, welche vier Theilungsrichtungen entspricht, ist das Tetraeder Fig. 354.

Fig. 353.

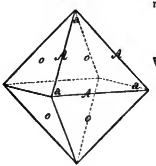
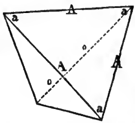


Fig. 354.



Sprengt man von demselben vier kleine Tetraeder ab, wie in Fig. 355, so bleibt ein Oktaeder als Kern übrig. Jedes von den

Fig. 355.

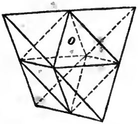
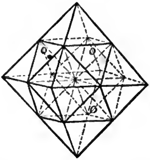


Fig. 356.



kleinen Tetraedern kann wieder in vier noch kleinere Tetraeder und ein kleines Oktaeder getheilt werden. Legt man die Theilungsfläche durch den Mittelpunkt eines Oktaeders Fig. 356, so entstehen zunächst den Spitzen sechs kleinere Oktaeder, zunächst den Mittelpunkten der Flächen erhält man acht kleine Tetraeder, die wieder auf dieselbe Weise sich immer wieder in Oktaeder und Tetraeder auflösen.

Ungleiche Ausdehnung der Flächen gibt die scheinbar aus zwei senkrecht auf einander stehenden Prismen kombinirte Gestalt Fig. 357. Ist bei dieser $BC = 2AB$, oder die Längenkante doppelt

Fig. 357.

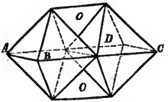
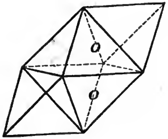
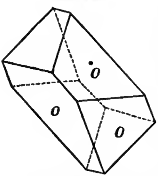


Fig. 358.



so gross als die Querkante, so zerfällt die Form durch Theilung in zwei Oktaeder und zwei Tetraeder. Lässt man zwei parallele Flächen aus der Begrenzung des Raumes der Theilungsgestalt hinweg, so wird ein Rhomboeder Fig. 358 gebildet mit Axenkanten von 70° 31′ 44″. Durch Absprengen von zwei Tetraedern verwandelt es sich wieder in ein Oktaeder. Dehnt man die vorhin zurückgebliebenen Flächen im Uebermasse aus, so entsteht Fig. 359, anscheinend eine Kombination des vorigen Rhomboeders mit der Fläche senkrecht auf seine Axe.

Fig. 359.



An den Hexaedern des Flusses erscheinen die Theilungsflächen als gleichseitige Dreiecke, wenn man die Ecken hinweg zu sprengen versucht. Diess ist aber die Lage, in welcher das Oktaeder gegen das Hexaeder wirklich in Kombination erscheinen muss. Den Flächen der oktaedrischen Krystalle der Spezies geht die Theilbarkeit parallel.

3. Sechs Richtungen. Das Granatoid D höchst vollkommen an der Blende, vollkommen am Sodalit, einzelne Flächen am Glaserz, undeutlich am Granat.

Die merkwürdigen Resultate, welche man durch Theilbarkeit aus der Blende erhalten kann, sind ungemein einladend zu dem Versuch, sie hervorzubringen. Die Figuren 360, 361, 362 stel-

Fig. 360.

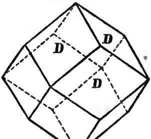


Fig. 361.

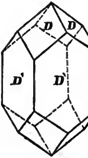
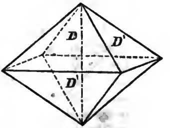


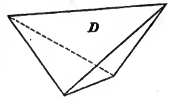
Fig. 362.



len einige derselben in paralleler Stellung vor. Fig. 360 ist das Granatoid selbst. Die Flächen besitzen alle gleiche Ausdehnung. Die Fig. 361 zeigt das Resultat einer Vergrösserung der Seitenflächen $D'D'$, und gibt das Bild einer pyramidalen Kombination $P, \infty P'$, wo $P = 120°, 90°$. Die Fig. 362 gibt diese Grundpyramide selbst mit Axenkanten von 120° und Seitenkanten von 90°, indem man so lange forttheilt, bis die vorher in grösserer Ausdehnung beobachteten Seitenflächen verschwinden. Die abwech-

seinden Flächen von der Pyramide Fig. 362 geben ein Sphenoid Fig. 363 mit Axenkanten von 90° und Seitenkanten von 60°, die drei ebenen Winkel der dreieckigen Flächen sind, einer = 70° 31′ 44″ und zwei = 54° 44′ 8″. Die Pyramide Fig. 362 wird durch die Theilungsflächen, welche durch ihre Axenkanten gehen, also durch die Hauptschnitte in vier eben solche Sphenoide zertheilt.

Fig. 363.



In rhomboedrischer Stellung gibt Fig. 364 das Bild einer Kombination von R.∞Q, wo R = 120°. Dieses Rhomboeder selbst Fig. 365 mit Axenkanten von 120°, und dem ebenen Winkel von 109° 28′ 16″ an der Spitze wird erhalten, wenn die vorher vertikalen Flächen keinen Theil am Umschluss der Form nehmen.

Fig. 364.

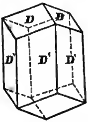
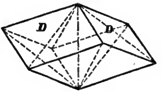


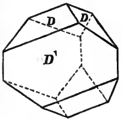
Fig. 365.



Durch die drei Hauptschnitte, welche den vertikalen Theilungsflächen parallel gehen, zerfällt das Rhomboeder in sechs Sphenoide, genau von denselben Abmessungen, wie die oben aus der Pyramide erhaltenen vier Körper dieser Art. Diese letzten Sphenoide unter dem Namen irregulärer Tetraeder, als letztes Resultat der Theilung, betrachtet Haüy als integrirendes, das Rhomboeder von 120° als subtraktives Molekül derjenigen Spezies, deren Primitivform das Granatoid ist.

Es verdient bemerkt zu werden, dass in dem Rhomboeder von 120° Fig. 365 die Axe gleich ist der Seitenkante, sowie auch in der Pyramide von 120°,90° Fig. 362 die Axe gleich ist der Seitenkante der Form.

Fig. 366.



Die Figur 366 durch das Fehlen von drei abwechselnden Prismenflächen

nimmt einen gyroidisch hemirhomboedrischen Charakter an, als $R \cdot r \frac{\infty Q}{2}$.

Man kann noch manche andere merkwürdige Zusammenstellungen von Flächen hervorbringen.

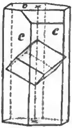
2. Rhomboedrisches System.

1. Eine Richtung. Die Base o senkrecht auf der Axe der Grundrhomboeder. Von dem höchsten Grad der Vollkommenheit an dem optisch einaxigen Glimmer, dem vom Vesuv, dem schwarzen aus Sibirien u. s. w. Sehr vollkommen auch am Margarit, Cronstedtit, Clintonit, Magnesiahydrat, Pyrosmalit, Antimon, Arsenik, am Tetradymit, und Molybdänit. Deutlich am Beryll.

2. Drei Richtungen. Die Rhomboeder R von verschiedenen Graden der Vollkommenheit und Winkelverhältnissen, das Rhomboeder von 106° 30′ sehr vollkommen am Natronsalpeter, das von 105° 5′ sehr vollkommen am Kalkspath, besonders dem Doppelspathe aus Island, andere bei dem geradflächigen Dolomit und Breunnerit, vom Greiner in Tyrol. Weniger vollkommen Ankerit, der meiste Spatheisenstein, Chabasit, Antimon, unvollkommen Korund, Turmalin, Rothgiltigerz, Eisenglanz. Die ebenen deutlichen Flächen am Korund und am Eisenglanz rühren von regelmässiger Zusammensetzung her.

Bei dem in Bezug auf seine Kombination so vielgestaltigen Kalkspathe ist die Beständigkeit und die Lage seines Theilungsrhomboeders höchst merkwürdig und verdient eine nähere Betrachtung.

Fig. 367.

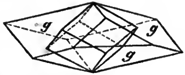


An der Kombination o. ∞R Fig. 367 nimmt jede der Theilungsflächen R eine horizontale Kante zwischen *o* und *c* hinweg. Die abwechselnden Endkanten des regelmässigen sechsseitigen Prismas werden durch die sechs anzubringenden Flächen abgestumpft. Setzt man die wirkliche Theilung fort, so erhält man das Rhomboeder sowie es in der Figur eingeschrieben erscheint.

Das Rhomboeder $\frac{1}{2}R'$ Fig. 368 ist das erste flachere Glied der Rhomboederreihe, daher der

Durchschnitt von R mit demselben den stets gestreiften geneigten Diagonalen parallel. Eine Theilungsfläche erscheint daher als Dreieck an der Ecke, die drei Richtungen in sechs Flächen bringen wieder das eingeschriebene Rhomboeder hervor, welches hier mit dem flachen Rhomboeder gleiche Axe besitzt, natürlich mit einer halb so grossen horizontalen Projektion, daher von Haüy *equiaxe* genannt.

Fig. 368.



In der Kombination $\frac{1}{2}R'.\infty R$ Fig. 369 sind beide Erscheinungen vereinigt. Die Durchschnitte mit *g* sind wie in Fig. 368. Die Durchschnitte mit *c* und die Lage des eingeschriebenen Rhomboeders wie in Fig. 367.

Fig. 369.

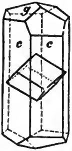
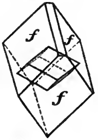


Fig. 370.



An dem nächst schärferen Gliede der Hauptreihe $2R'$ oder *f* Fig. 370 nehmen die Theilungsflächen mit parallelen Kombinationskanten die Axenkanten hinweg. Das eingeschriebene Rhomboeder berührt die Flächen von $2R'$ mit seinen Ecken in dessen geneigter Diagonale.

An den zugehörigen Skalenoedern, also auch an S3 Fig. 371 nehmen die Rhomboederflächen die Spitze schief hinweg, und zwar sind die Kanten zwischen R und S3 oder zwischen der Theilungsgestalt und dem Skalenoeder den Seitenkanten der beiden Gestalten parallel. Das eingeschriebene Rhomboeder berührt das Skalenoeder in seinen Kanten.

Fig. 371.

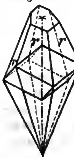
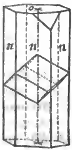


Fig. 372.



Die Kombination $o.\infty Q$, das diagonale regelmässig sechsseitige Prisma Fig. 372 verhält sich zu den Theilungsflächen ganz anders als das obige Prisma *c* oder ∞R. Die Rhomboederflächen neh-

men die abwechselnden Kombinationsecken hinweg. Die Kombinationskanten sind nicht horizontal, sondern geneigt im Zickzack, um die Form herum liegend. Das eingeschriebene Rhomboeder wird von dem sechsseitigen Prisma in seinen Seitenkanten berührt.

Eine jede einfache Form einer jeden Kombination umschliesst auf diese Art gleichsam wie einen Kern eine grösste Theilungsgestalt. HAÜY nannte diese daher auch die Kerngestalt, oder den Kern.

Das Hemiquarzoid $\frac{R}{R'} \cdot r\frac{Q}{2}$ findet sich am Quarz, gewöhnlich sehr unvollkommen.

Das regelmässige sechsseitige Prisma, und zwar ∞R, horizontale Kombinationskanten mit den Rhomboedern bildend, von dem höchsten Grade der Vollkommenheit am Zinnober. ∞Q ebenfalls höchst vollkommen am Davyn. Die letztere Grenze der Reihen der Quarzoide, diagonal gegen ∞R gestellt, und daher horizontale Kombinationskanten mit den Quarzoiden gebend, kommt häufiger als ∞R in der Natur als Theilungsgestalt vor, doch von geringerer Vollkommenheit als die beiden oben erwähnten Spezies. So am Apatit, Nephelin, Beryll, unvollkommen am Turmalin, am Quarz. Ein vollkommenes Theilungsprisma kommt am Tellur vor, doch ist die Stellung nicht ausgemittelt.

Durch wirkliche Theilung erhält man stets nebst den regelmässig sechsseitigen, auch gleichseitige dreiseitige Prismen.

3. Sechs Richtungen. Ein Quarzoid am Pyromorphit, stets unvollkommen, und unterbrochen; am deutlichsten vielleicht noch an dem Braunbleierz von Poullaouen. Spuren nach dem Skalenoeder S3 an einigen Varietäten von Kalkspath.

3. Pyramidales System.

1. Eine Richtung. Die Base o. Sehr vollkommen am Uranit, Apophyllit, Tellurglanz; deutlich am Gelbbleierz, Scheelit, Hausmannit, unvollkommen am Idokras.

2. Zwei Richtungen. Die quadratischen Prismen ∞P und $\infty P'$, welche manchmal auch zugleich vorkommen. Am Rutil ziemlich vollkommen; am Zirkon ∞P, am Apophyllit $\infty P'$, wenig vollkommen; am Wernerit, Idokras, Zinnstein.

3. Vier Richtungen. Pyramiden deutlich am Scheelit, Gelbbleierz, Braunit, Kupferkies; am Scheelit sogar zwei aufeinanderfolgende Glieder der Hauptreihe der Pyramiden, am Gelbbleierz nebst P, zuweilen noch $\frac{1}{3}$P.

4. Orthotypes System.

1. Eine Richtung. Die Base o, oder die Diagonalen ∞D̆ und ∞D̄.

Die Base höchst vollkommen am Topas, am Sternbergit, vollkommen am Prehnit, Jamesonit, die Diagonalen am Zinkvitriol Epsomit, Baryt, Cölestin, Sillimanit, Stilbit, Epistilbit, Staurolith, Manganit, Antimonglanz, Auripigment.

Die Base und beide Diagonalen, doch von verschiedener Vollkommenheit, kommen am Anhydrit vor. Die Base, welche einer rauhen Krystallfläche parallel ist, erscheint mit dem geringsten Grade von Vollkommenheit. Am Thomsonit beide Diagonalen vollkommen.

2. Zwei Richtungen. Domen D̆ und D̄ oder Prismen ∞O erscheinen mit hoher Vollkommenheit am Antimon-Baryt, am Natrolith, vollkommen am Galmei, deutlich am Baryt, Cölestin, unterbrochen am Andalusit.

3. Vier Richtungen. Ein Orthotyp, am Schwefel, zugleich mit den zwei Richtungen nach ∞O.

5. Augitisches System.

1. Eine Richtung. Die Base o, die Querfläche ∞H und die Längsfläche ∞D.

Die Base vom höchsten Grad der Vollkommenheit am zweiaxigen Glimmer. Die Base sehr vollkommen am Leadhillit, am Feldspath, hier die Fläche *P*.

Die Querfläche vollkommen am Glaubersalz, am Epidot.

Die Längsfläche höchst vollkommen am Eukias, am Gyps, Pharmakolith, Vivianit, Kobaltblüthe, Heulandit, Brewsterit, vollkommen am Feldspath, am Wolfram.

Ein Querhemidoma vollkommen am Epidot; sehr vollkommen am Malachit, die Längsfläche vollkommen.

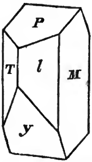
Querflächen und Längsflächen deutlich am Rhodonit.

2. Zwei Richtungen. Sehr vollkommen am Amphibol, am Skolezit.

6. Anorthisches System.

Einzelne Flächen. Vorzüglich die Base, wie an allen anorthischen Feldspathen, aber auch an denselben, doch minder vollkommen die Längsfläche, und eine der Hemiprismenflächen; die andere Hemiprismenfläche, auch die Querfläche erscheint zuweilen in Spuren. Der Babingtonit, identisch mit dem Hedenbergit, zeigt die einzelnen höchst vollkommenen Theilungsflächen nach der Base. Eine höchst vollkommene Fläche am Kyanit, eine zweite weniger vollkommen, eine dritte unvollkommen, jede einzeln.

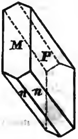
Fig. 373.



An einem und demselben Individuo kommen oft mehrere Abstufungen der Vollkommenheit vor. So ist der Feldspath Fig. 373 in der Richtung der Fläche P sehr leicht und mit grosser Vollkommenheit theilbar. Auch parallel M ist eine deutliche doch weniger vollkommene Theilungsfläche. Parallel der Fläche T eine unvollkommene, endlich öfters Spuren nach der Fläche l, oder nach einer, welche die Kante zwischen T und l hinweg nimmt.

Blättchen aus Gyps parallel der höchst vollkommenen Theilungsfläche herausgespalten zeigen eine rhomboidische Form wie Fig. 374. In der Richtung PM brechen sie leicht durch, und

Fig. 374.



zeigen eine ziemlich glattflächige doch viel weniger vollkommene Theilungsfläche, parallel M. In der Richtung Pn biegen sich die Blättchen, bevor sie brechen, und dann bemerkt man uneben und matt, und von fasrigem Ansehen eine Abwechslung von zwei gleich gegen die Flächen P geneigten Flächen n und n, die in ihrer gemeinschaftlichen Kante einen Winkel von 138° 44′, mit den anliegenden Flächen einen Winkel von 110° 38′ einschliessen. Diese vier Flächen von dreierlei Beschaffenheit gehören zu drei verschiedenen Formen.

Die vollkommenste Theilungsfläche P ist die Längsfläche $\infty\breve{D}$, die weniger vollkommene die Querfläche $\bar{H}$; das ganz unvollkommene Flächenpaar ist das jenseitige des Grundaugitoides, $-\frac{A}{2}$.

Theilungsflächen von verschiedener Vollkommenheit, von verschiedenem krystallographischen Werthe, kommen auf diese Weise sehr häufig vor. Immer entsprechen sie aber Krystallflächen, und geben uns daher den inneren Ausdruck der äusseren Gestalt. Das Phänomen der Theilbarkeit beweist, dass die Verhältnisse der Gestalten nicht etwa bloss eine der Oberfläche zugehörige Eigenschaft der Mineralkörper sey, sondern dass sie tief im Innern derselben wieder hervortrete, kurz, dass krystallisirte Körper durch und durch geformt seyen.

Die Theilungsflächen werden, wie die Krystallflächen, durch die krystallographischen Zeichen ausgedrückt, welchen sie parallel erhalten werden können.

Mehrere eigenthümliche Verhältnisse der Theilbarkeit hat Mohs als Basis, theils der Nomenklatur, theils der Abkürzung der Ausdrücke in der Charakteristik unterlegt. Sie sind folgende:

1. Monotom, von μονός, einzig, und τέμνω, ich schneide oder spalte, nach einer einzigen Fläche überhaupt vorzüglich leicht theilbar.

2. Axotom, von ἄξων, die Axe und τέμνω, ich schneide oder spalte, deutet auf eine einzige vollkommene Theilungsfläche, parallel der Base, wie bei Uranit, Apophyllit, Topas, Jamesonit.

3. Diatom, von δια durch und τέμνω, nach einer einzigen Richtung parallel einer Diagonale wie am Lomonit, bei dem jedoch die Prismenflächen vorzüglich deutlich erscheinen.

4. Prismatoidisch, ziemlich gleich bedeutend mit diatom, bedeutet eine einzige vollkommene der Hauptaxe parallele Theilungsfläche. Am Gyps, Antimonglanz, und anderen.

5. Paratom, von παρὰ bei, herum und τέμνω, bezieht sich auf Flächen, die gegen die Hauptaxe der Grundgestalt geneigt sind, also gewissermassen um diese herumliegen, wie die rhomboedrischen Flächen des Ankerits.

6. **Peritom** von περί, rund herum und τέμνω, mehrere umschliessende Prismenflächen der Axe parallel wie am Zinnober.

7. **Diprismatisch** nach zwei senkrecht auf einander stehenden Prismen theilbar, mehr auf Kombinationen bezogen wie am Libethenit.

8. **Dystom** von δύς, schwierig, und τέμνω, schwierig theilbar.

9. **Eutom** von εὖ, leicht und τέμνω, leicht theilbar.

Die grosse Ausdehnung, in welcher sich die Theilbarkeit an den Mineralien beobachten lässt, und dabei ihre merkwürdige Gleichförmigkeit des Vorkommens bei den verschiedenen Individuen einer Spezies, machen diese Eigenschaft zu einer der wichtigsten in Hinsicht auf die Unterscheidung der Mineralspezies von einander durch die Charakteristik. Nur der vollständige Inbegriff der Formen überhaupt hat in dieser Beziehung gleichen Werth. HAÜY, dem wir die Kenntniss der Theilbarkeit der Mineralien verdanken, war der erste, der die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf diesen Gegenstand lenkte. BERGMANN und GAHN, welche sie fast zu gleicher Zeit bemerkten, hatten sie nicht weiter verfolgt. Das Resultat der Theilbarkeit, die Kernform legte HAÜY der Betrachtung der Krystallvarietäten zum Grunde, und seine Theorie wird stets ein Beweis des Scharfsinnes und der Ausdauer ihres Urhebers bleiben, und das Studium des wissenschaftlichen Mineralogen belohnen.

92. BRUCH.

Die Theilbarkeit findet mit verschiedenen Graden der Vollkommenheit statt. Je geringer diese, desto leichter lassen sich die Theilchen der Individuen in Richtungen von einander trennen, die nicht **regelmässig** sind, indem sie keine feste bestimmte Lage besitzen, wodurch sie sich eben von der Theilbarkeit unterscheiden. Man nennt dieses Verhältniss den **Bruch** der Mineralien, und zwar hier der einfachen, denn die Bruchverhältnisse zusammengesetzter Mineralien werden später untersucht werden.

Es gibt nur zweierlei Arten von Bruch, den **muschligen** und den **unebenen**. Bei dem ersteren besitzen die unregel-

mässigen Erhöhungen und Vertiefungen der Bruchflächen doch noch einigen Zusammenhang in rundlichen Flächen, die manchmal wirklich dem Innern einer Muschel ziemlich ähnlich sehen. Bergkrystall zeigt den muschligen Bruch oft sehr deutlich, in den vollkommen durchsichtigen Varietäten hin und wieder blickt eine vollkommen glatte und ebene Theilungsfläche auf. Am Topas liegen die vollkommenen Theilungsflächen zwischen dem muschligen Bruche, so auch am Euklas.

Die unvollkommenen Theilungsflächen lösen sich in unebenen Bruch auf; die Erhöhungen und Vertiefungen sind dabei nicht krummflächig, Pyrit, Fahlerz zeigen ihn deutlich, am Granat, Datolith, Zinnstein geht er in muschligen über.

Werners blättriger Bruch ist das Resultat der Theilbarkeit oder Spaltbarkeit, die Durchgänge der Blätter nennen wir Theilungsrichtungen, die regelmässigen Bruchstücke Theilungsgestalten.

Die Verhältnisse des Bruches sind als Unterscheidungsmerkmale wenig brauchbar, da sie wenig Regelmässigkeit zeigen, doch vervollständigen sie in den Beschreibungen und Schematen das Bild der Varietäten und der Spezies selbst.

ZWEITER ABSCHNITT.

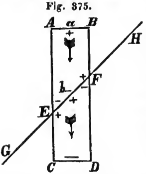
Die naturhistorischen Eigenschaften der zusammengesetzten Mineralien.

I. DIE REGELMÄSSIGE ZUSAMMENSETZUNG.

93. Zwillingskrystalle.

Die Krystallisationskraft bringt die Individuen hervor. Alle Theilchen, aus welchen diese bestehen, besitzen eine vollkommen parallele Lage. Wir können diese Erscheinung nicht denken, ohne eine nach den verschiedenen Seiten der kleinsten Theilchen geregelte Anziehung anzunehmen. Nothwendig muss dabei der überall in der Natur sich beurkundende Gegensatz der Polarität eintreten, so wie diess etwa in Fig. 375 zur Erläuterung anschaulich gemacht ist. Das in AB Fig. 375 begonnene, z. B. angewachsenen Individuen $ABCD$, wächst in der Richtung CD durch Ansatz neuer Materie fort. Zunächst einer in der krystallinischen Struktur begründeten Ebene GH ziehen die stumpfen Winkel bei F als $+$, die spitzen Winkel bei F als $-$ an, während gegenseits die stumpferen oder $+$ Winkel des bei E neu hinzutretenden Theiles von den spitzeren oder $-$ Winkeln bei E des schon gebildeten Individuums angezogen werden. So wächst das Individuum fort, bis es bei CD sein Ende in der Unterbrechung der Bedingnisse seiner Bildung erreicht hat.

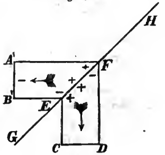
Fig. 375.



Wir dürfen Krystallisation als positiv gegenüber von Auflösung als negativ in der elektrochemischen Reihe annehmen. An dem Krystallisationspunkte bleibt die Auflösung durch Absatz von Materie am negativsten zurück, und macht dadurch leichter geworden einer gesättigteren Auflösung Platz. Daher ist auch der sich eben bildende Krystall an der Oberfläche in positiver Diffe-

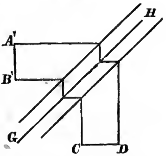
renz gegen die schon gebildeten Theile, besonders der Anfangspunkte. In Fig. 375 ist dieser Gegensatz gleichförmig von *AB* bis *CD*. Wenn aber die Krystallisation bei *EF* beginnt, dann kann der Anwachs neuer Schichten auch von dieser Fläche an in entgegengesetzter Richtung fortgehen, und die elektrochemische Spannung von *A* und *B* muss sich umkehren, wodurch es möglich wird, dass diese Veränderung auch die Werthe der stumpferen und spitzeren Winkel von + und — in Fig. 375 in die von — und + in Fig. 376 umkehrt, und dann die spitzen Winkel einander, und wieder die stumpfen Winkel einander anziehen, wie in Fig. 376.

Fig. 376.



Der Anwachs neuer Materie kann sodann entweder ungestört gleichförmig fortgehen, wie es hier in Fig. 376 vorgestellt ist, oder dasselbe Gesetz wiederholt sich in parallelen Flächen wieder, wie in Fig. 377, wobei wie bei der ersten Fläche die sich gleichbleibende Erstreckung und Ausbreitung derselben den Charakter der plötzlichen Mittheilung elektrischer Spannung darbietet.

Fig. 377.



Der Theil *A'B'EF* in Fig. 376 besitzt gegen *DCEF* in Bezug auf die Fläche *GH*, in der die Linie *EF* gezogen ist, die Lage des Spiegelbildes zu seinem Gegenstand. Die Fläche selbst, welche die zwei Individuen gemeinschaftlich besitzen, ist die Zwillingsfläche.

Nur zwei Individuen kommen gegenseitig in die Stellung, in welcher sie geeignet sind mit einander in regelmässiger Zusammensetzung zu erscheinen, ein Verhältniss, welches gewöhnlich und sehr passend Zwillingskrystallisation genannt wird. Man gibt auch wohl den Namen von Drillingen, Vierlingen u. s. w. den regelmässigen Verbindungen von drei, vier und

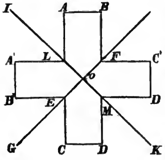
mehr Individuen, aber jederzeit kann man nur zwischen zweien ein Gesetz der Verbindung entdecken; niemals ist das Zusammentreten von mehreren durch ein eigenthümliches Gesetz ausgedrückt.

Die Lage von je zwei regelmässig zusammengesetzten Individuen wird durch das Zeichen ihrer gemeinschaftlichen oder Zwillingsfläche gegeben. Diese ist oft einer Krystallfläche parallel, oft senkrecht auf eine Kante, letztere wird durch zwei Flächen verschiedener Formen ausgedrückt, welche sich in einer der vorigen parallelen Kante schneiden.

Oft berühren sich die Individuen in der Spiegelfläche, die sodann auch Zusammensetzungsfläche ist, manchmal in einer andern. Die zu gebenden Beispiele werden alle diese Fälle erläutern.

Es ist der Kürze wegen nicht nothwendig die Anzahl der Flächen durch Division des Zeichens der Gestalt durch die Anzahl der Flächen derselben anzugeben. Es ist auch viel auffallender das Gegentheil eigens zu bezeichnen.

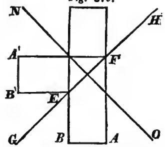
Fig. 378.



Oft findet sich die Masse der Krystalle durch neuen Anwachs jenseits der Zwillingsfläche fortgesetzt. Es muss dadurch eine zweite Fläche entstehen, in welcher sich die Individuen berühren und die wieder wie *LM* Fig. 378 in der Fläche *IK* auf *EF* in *GH* senkrecht steht. Sie ist gewöhnlich nicht so deutlich in den Zwillingskrystallen wahrzunehmen als die Zwillingsfläche selbst.

Man kann Erscheinungen wie Fig. 378, wo es wünschenswerth ist als amphimorphe oder durchwachsene, von solchen wie Fig. 376 als hemimorphe oder angewachsene Zwillinge unterscheiden.

Man kann durch eine geometrische Konstruktion die Lage der Figur *A'B'EF* Fig. 379 aus der Lage von *ABEF* erhalten, wenn man sie um die Linie *NO* als Axe um 180° herumdreht; die Umdrehungsaxe *NO* steht senkrecht auf der Spiegelfläche



oder Zwillingsfläche *GH*, welche gewöhnlich auch die Zusammensetzungsfläche ist.

Uebereinstimmend mit der Umdrehung nannte Haüy die hemimorphen Zwillingskrystalle Hemitropien, die amphimorphen erhielten den Namen *macles*.

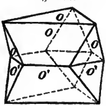
Man erkennt Zwillingskrystalle leicht an der gerade entgegengesetzten, um 180° verkehrten Lage eines Theiles des Krystalls gegen die andern. Aber es ereignet sich sehr häufig, dass eben durch diese Lage einspringende Winkel entstehen, die also grösser sind als 180°, und auch diese einspringenden Winkel verrathen dann den zusammengesetzten Zustand.

Die Symmetrie der aus zwei Individuen bestehenden Aggregate ist verschieden von der, welche jedes einzelne der Individuen in seiner Vollständigkeit besitzt. Die pantoedrischen Formen des tessularischen Systemes werden einaxig, indem nur eine rhomboedrische Hauptaxe übrig bleibt, die hemiedrischen werden zur pantoedrischen Symmetrie ergänzt. In den andern Krystallsystemen wird grösstentheils prismatische Symmetrie, von drei senkrechten Axen hervorgebracht, anorthische Formen erhalten wenigstens die augitische Symmetrie. Bei den einzelnen Fällen wird das Nähere erläutert werden.

94. Tessularische Zwillingskrystalle.

Das einzige Gesetz, welches an den pantoedrischen Formen beobachtet wurde, ist: Zwillingsfläche parallel einer Fläche des Oktaeders, ausgedrückt durch das Zeichen (O).

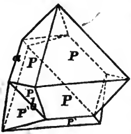
Fig. 380.



Es findet sich an vielen Mineralspezies, und in vielen einfachen Formen und Kombinationen, und ist zugleich ein sehr in die Augen fallendes. Die Resultate erscheinen vorzüglich deutlich bei aufrechter Stellung derjenigen rhomboedrischen Axe, auf welcher die Zwillingsfläche senkrecht steht, wie in Fig. 380.

Bei einer Reihe von Abbildungen bewahrt man indessen noch vortheilhafter die parallele Stellung, wie es in den nachfolgenden Figuren geschehen ist.

Fig. 381.



Die Oktaeder von Spinell, parallel der Oktaederfläche zusammengesetzt, zeigen die Form Fig. 381. Die Neigung der Flächen an den Zwillingskanten sind $a = 141° 3' 28''$, $b = 360° - 141° 3' 28''$. Gahnit, Magneteisenstein, Blende, zeigen schöne Beispiele dieses Gesetzes; das Zeichen ist O (O).

Fig. 382.

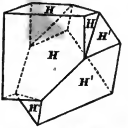
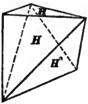
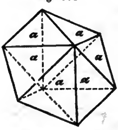


Fig. 383.



Dieselbe Zwillingsfläche gibt am Würfel die Erscheinung Fig. 380, wie sie an dem gediegenen Silber von Kongsberg zu sehen ist. Nebst diesen nimmt man oft dreiseitige Pyramiden wahr, wie Figur 383, wenn die Flächen verschwinden, welche die einspringenden Winkel von $360° - 109° 28' 16''$ hervorbringen. Zeichen H (O).

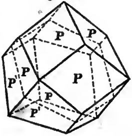
Fig. 384.



Ganz ähnlich sind die Zwillinge des Kupfers Fig. 384, denen ein Fluoroid $\frac{4}{3}$F zu Grunde liegt, $\frac{4}{3}$F (O) gebildet, indem sie unter der trügerischen Gestalt von Quarzoiden erscheinen. Auch am Golde kommt diess Gesetz vor, besonders an dem Leuzitoide nämlich $\frac{1}{3}$L (O).

An der Blende ist die regelmässige Zusammensetzung so häufig, dass es höchst selten gelingt, Krystalle ohne Zusammensetznng zu finden. An dem Granatoide steht die Zwillingsfläche senkrecht auf sechs einer rhomboedrischen Axe parallelen Flächen Fig. 385. Das Ganze erscheint dann als ein regelmässiges sechsseitiges, beiderseits mit drei Flächen zugespitztes Prisma, bei dem die Zuspitzungsflächen

Fig. 385.



nicht abwechseln, sondern die von der oberen und unteren Spitze horizontale Durchschnitte hervorbringen würden.

Von den mit ihrer Substanz jenseits der Zwillingsflächen noch fortsetzenden oder amphimorphen Zwillingen ist vorzüglich der **Fluss** merkwürdig. Die Hexaeder sind, wie Fig. 386 in verwendeter Steilung auf einer rhomboedrischen Axe durch einander gewachsen; gar häufig auch so wie Fig. 387 erscheinend mit kleinen dreiseitigen Ecken zunächst jeder Fläche des Hexaeders angesetzt. Das Zeichen wird um diess Verhältniss anzudeuten so geschrieben: H, 2(O). Senkrecht auf die Axe, welche durch den Punkt *A* geht, schneidet eine Theilungsfläche durch beide Individuen hindurch und gibt eine sechsseitige sternförmige Figur.

Fig. 386.

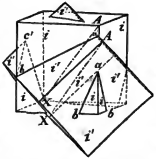
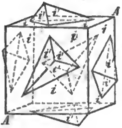


Fig 387.



Am **Bleiglanz** findet sich zu Kapnik, Ratieborzitz und anderwärts der Zwilling Fig. 388, eine Kombination des Hexaeders und Oktaeders zwischen zwei Oktaederflächen plattgedrückt, mit einer Zwillingsbildung parallel dieser breiten Fläche oder H.O, 2(O).

Fig. 388.

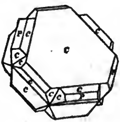
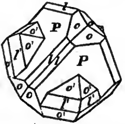
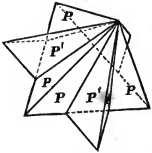


Fig. 389.



An den hemiedrischen und insbesondere den tetraedrischen Formen erscheint dasselbe Gesetz am **Fahlerz**, aus dem Dillenburgischen wie in Fig. 389 be-

Fig. 390.



zeichnet durch $\frac{O}{2}.D.\frac{\frac{1}{2}L}{2}(O)$. Die einfachste Form zur Erklärung der Lage der Individuen ist **Fig. 390**, zwei Tetraeder, die in verwendeter Stellung eine rhomboedrische Axe mit einander gemeinschaftlich besitzen.

An den hemiedrischen Abtheilungen des tessularischen Systemes, nämlich an den t e t r a e d r i s c h e n und p y r i t o i d i s c h e n Formen, kommen E r g ä n z u n g s z w i l l i n g e vor. Die kleinsten Theilchen nehmen bei der Bildung die beiden entgegengesetzten Stellungen durch Anziehungspolarität in zwei verschiedenen Individuen an. Das Resultat, obwohl deutlich aus zwei hemiedrischen Individuen bestehend, besitzt doch die pantoedrische Symmetrie, weil diese gleich und ähnlich und nur in ihrer Lage verschieden sind.

Romé de l'Isle, Mohs, beschrieben vorlängst am D i a m a n t, die Durchwachsung von zwei Tetraedern, wie **Fig. 391.** Sie sind an der Spezies sehr häufig, besonders in der Form **Fig. 932**, deren Individuen Kombinationen aus einem Tetraeder $\frac{O}{2}$ und einem Borazitoid in umgekehrter Stellung $-\frac{nAm}{2}$ sind. Auch am Fahlerz ist diese Durchwachsung beobachtet worden.

Fig. 391.

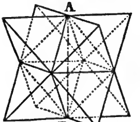
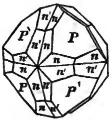


Fig. 392.

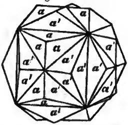


Man kann durch eine Umdrehung von 180° in einer jeden der drei Hexaederflächen, oder um eine Axe, welche senkrecht auf derselben steht, zu einem Tetraeder seine Gegentetraeder finden. Die Spiegelfläche muss die Lage der Hexaederflächen haben. Nach dieser Betrachtung liesse sich als Zeichen des Zwillings-

gesetzes 2 (H) gebrauchen, doch erscheint es mehr in der Natur der Erscheinung zu liegen, anstatt der, nicht besonders hervortretenden Flächen die Zeichen der parallelen und umgekehrten Stellung beizufügen, wodurch die vollständige Bezeichnung $\frac{O}{2} \cdot - \frac{mAn}{2}$, (±) wird.

Die Ergänzungszwillinge von Pyrit, zuerst von Weiss genau beschrieben und erklärt, sind in Fig. 393 dargestellt. Zwei Pyritoide, in den Stellungen rechts und links bringen zusammen wieder ein Aggregat mit pantoedrischer Symmetrie hervor. Auch hier kann man durch eine Spiegelfläche parallel jeder der Flächen des Granatoides das ursprüngliche rechte Pyritoid in seiner linken Erscheinung zeigen; anstatt des daraus folgenden Zeichens: $\frac{\frac{1}{2}F}{3}$, 2(D), drückt aber $\frac{\frac{1}{2}F}{2}$, (rl) besser den Charakter dieser Zwillingsbildung aus.

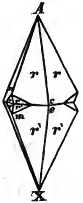
Fig. 393.



95. Rhomboedrische Zwillingskrystalle.

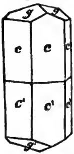
Die Axen der zwei rhomboedrischen Individuen sind bei ihrer Zwillingsverbindung entweder parallel, oder gegen einander geneigt. Die Zwillingsfläche ist dann entweder senkrecht auf der Axe, oder sie ist parallel einer der Flächen von ∞R, bei hemiedrischen Ergänzungszwillingen auch parallel den Flächen von ∞Q.

Fig. 394.



Am Kalkspath kommen ausgezeichnete Beispiele von der Zwillingsfläche senkrecht auf die Axe vor. So die bekannten Skalenoeder von Derbyshire Fig. 394, die so gewöhnliche Kombination des nächst flacheren Rhomboeders nach der Grundgestalt, und des parallelen regelmässigen sechsseitigen Prismas, Fig. 395, und man-

Fig. 395.

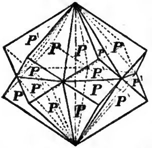


cherlei andere. Ihre Zeichen sind S3, (o) und $\frac{1}{2}R'$. ∞R, (o).

In den Flächen von ∞R aneinander gewachsen, welches gewissermassen die Ergänzung des vorigen Gesetzes ist, erscheint nebst dem Kalkspathe unter anderen der Ankerit, vorzüglich in theilbaren Varietäten, wenn auch keine äussere Krystallform sichtbar ist.

Durchwachsene Zwillinge kommen am Rothgiltigerz, am Zinnober, am Sodalit vom Vesuv, am Chabasit vor. Die höchst einfache Form der letzteren Fig. 396 erinnert an die im tessularischen Systeme vorkommenden Fluss-Hexaeder Zwillinge. Man kann diese durch R, 2 (o) bezeichnen.

Fig. 396.



In der hemiedrischen Spezies des axotomen Eisenerzes beobachtete ich deutlich die Zusammensetzung nach ∞Q zur Ergänzung der pantoedrischen Symmetrie, an der Varietät von Ingelsberg bei Hofgastein, welcher v. Kobell den Namen Kibdelophan beilegte. Die Fig. 397 und 398 stellen die zwei parallelen, aber rechten und linken Individuen, Fig. 399 den Ergänzungszwilling vor. Das Zeichen ist R. $\frac{2Q}{2}$, (ri).

Fig. 397.

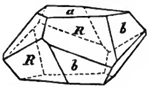


Fig. 398.

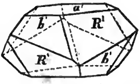
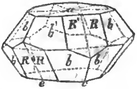


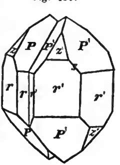
Fig. 399.



Am Quarze kommen diese Zusammensetzungen häufig vor. Die Fig. 400 zeigt eine der einfachsten Erscheinungen von $\frac{Q}{2}.\infty Q$, (ri), von Weiss zuerst beschrieben. Die Quarzoidhälften an der Spitze der Kombination sind in verwendeter Stellung an einander

gewachsen, die Lage der Prismenflächen, ist in beiden Individuen dieselbe, und zwar beobachtet man hier in der That eine Zwillingsfläche.

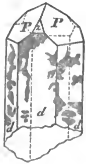
Fig. 400.



Diese Art der Zusammensetzung bringt auf den Seitenflächen und den Quarzoidflächen von scheinbar einfachen Krystallen mannigfaltige damastartige Zeichnungen hervor, wenn die Theilchen der Individuen, wie diess oft geschieht, nicht in symmetrisch liegenden Flächen, sondern mehr ungleich durch einander gewachsen sind.

Die Fig. 401 zeigt die Seitenflächen von Kremnitzer Krystallen in der Sammlung des k. k. mont. Museums in Wien. Nach G. Rose's neuesten Untersuchungen sind alle zwischen *P* und den Seitenflächen *r* liegenden Quarzoidhälften verschieden von denen zwischen *z* und *r*, daher diese so häufige Erscheinung.

Fig. 401.



Die Projekzion Fig. 402 stellt einen Krystall der königlichen Sammlung in Berlin vor. Die zwei Individuen begrenzen sich ganz unregelmässig. Die Oberflächenverhältnisse unterscheiden leicht die *P* Flächen von den *z* Flächen. Beide sind vollkommen glatt, doch ist nur *z* ganz eben, *P* mit kleinen tropfen-ähnlichen Erhöhungen übersäet. Das von *P* zurückgeworfene Licht erscheint etwas röthlich, das von *z* grünlich. Haucht man ein wenig darauf, so wird der Gegensatz stärker, *z* erscheint violblau, *P* dunkel brandgelb.

Fig. 402.

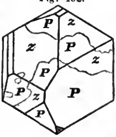
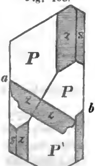


Fig. 403.



Das Niveau der Flächentheile *z* ist etwas höher als das der Flächentheile *P*. In der Projekzion der Fig. 403 aus der akademischen Sammlung in Freiberg unterscheiden sich die zweierlei Flächentheile dadurch, dass die abwech-

seind rauhen und glatten Flächen sehr scharf abschneiden. Die grössern *P* Flächen sind glatter, die kleinern *z* und die Rhomboederflächen *s* sind rauh. Die Folge von Linien *ab* zeigt die Lage der Zusammensetzungsflächen.

Von Zwillingskrystallen des rhomboedrischen Systemes mit geneigten Axen der beiden Individuen zeigt wohl der Kalkspath die meisten und wichtigsten Beispiele. Die Zwillingsfläche an dem Harzer Krystalle Fig. 404 ist R; das Zeichen also R . ∞R, (R). Die Individuen sind zuweilen durchwachsen wie in Fig. 405 $\frac{1}{2}$R'.2R'.∞R, 2(R). Senkrecht auf eine Linie *ab* erhält man Schnitte, in die sich Rhomben verzeichnen lassen, daher entsteht eine prismatische Axe durch die Zwillingskrystallisation.

Fig. 404.

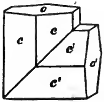


Fig. 405.

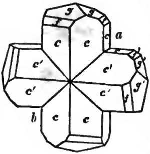


Fig. 406.

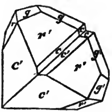
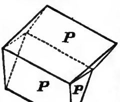


Fig. 407.



Die sogenannten herzförmigen Kalkspathzwillinge von Derbyshire sind zum Theil nach diesem Gesetze gebildet, wie in Fig. 406 aus der Sammlung des verewigten Herrn Th. Allan in Edinburg mit dem Zeichen $\frac{1}{2}$R . S3 . ∞R, (R).

Wichtiger als die Zusammensetzung nach R ist die nach $\frac{1}{2}$R', denn man wird wohl nur wenige Stücke Kalkspath antreffen, an denen dieses Gesetz nicht zu sehen wäre. Das einfachste Resultat an den Rhomboedern der Theilbarkeit ist Fig. 407. Mehrmals parallel mit sich selbst wiederholt, erscheint die Streifung auf den Theilungsflächen in Fig. 408.

Fig. 408.

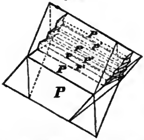
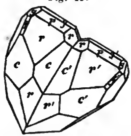
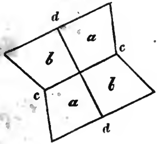


Fig. 409.



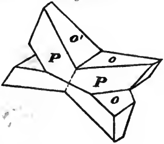
Auch dieses Gesetz bringt beim Kalkspath herzförmige Zwillinge hervor, aber verschieden von den obigen. Die letzteren Fig. 409 von Bleiberg in Kärnthen zeichnen sich dadurch aus, dass die Flächen von $\frac{1}{2}R'$ und R, oder von *P*, von den zwei Individuen zugleich spiegeln, und daher ihre vollkommen parallele Lage zu erkennen geben. Die Zwillingsfläche ist hier eigentlich senkrecht auf der Axenkante von R. Aber dieses Gesetz, und das, wo die Zwillingsflächen einer Fläche von $\frac{1}{2}R'$ parallel ist, stehen unter einem einzigen allgemeinen, wie diess in Fig. 410 in Bezug auf den Hauptschnitt des Rhomboeders R erscheint. Die Theile *a* und *a* gehören zu einem, die Theile *b* und *b* zu dem zweiten Individuo, die Fläche *cc* ist parallel einer Fläche von $\frac{1}{2}R'$, die Fläche *dd* steht senkrecht auf einer Kante von R.

Fig. 410.



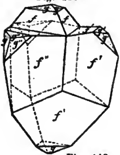
Ein Kalkbruch bei Harzgerode, den ich im Jahre 1822 besuchte, lieferte viele höchst interessante Zusammensetzungen dieser Art.

Fig. 411.



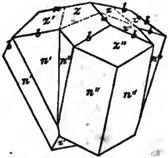
Durchwachsungs-Zwillinge nach diesem Gesetze bieten gewisse vollkommene durchsichtige Kalkspathe von Ahrn in Tyrol Fig. 411, Kombinationen von o . R2, ($\frac{1}{2}R'$).

Fig. 412.



Oft sind hier in derben Varietäten, aber auch an krystallisirten, Zusammensetzungen nach allen drei Flächen von $\frac{1}{2}R'$ vorhanden, so dass sich drei Individuen um ein zentrales gruppiren; an jedes der drei schliessen sich wieder zwei neue an, so dass eine symmetrische Gruppe von zehn Individuen entsteht; die jedoch immer in einem und demselben Gesetze, je zwei zusammen ihre Erklärung finden.

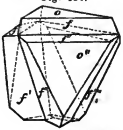
Fig. 413.



Eine Gruppe von vier Individuen der Gestalt $\frac{1}{2}R'$, $2R'$, stellt Figur 412 vor.

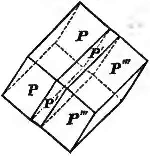
Am **Rothgiltigerz** ist diese Art regelmässiger Zusammensetzung so häufig, dass man nicht leicht ein Stück ganz ohne Spur derselben findet. Die Fig. 413 stellt ein schönes Beispiel derselben vor, in dem Vierling $\frac{1}{2}R' . \infty Q$, $3(\frac{1}{2}R', \frac{1}{2}R')$. Die Zwillingsfläche dreimal wiederholt, steht senkrecht auf den Kanten von $\frac{1}{2}R'$.

Fig. 414.



Der **Tetradymit** hat von dem gewöhnlichen gleichzeitigen Vorkommen dieses Gesetzes in drei Richtungen seinen Namen. Die Form ist $o . 2R$, $3(R, R)$ Fig. 414. Die Neigung der o Fläche des mittleren Individuums gegen dieselbe Fläche der drei umgebenden ist 95°.

Fig. 415.



Der **Korund**, und der demselben isomorphe **Eisenglanz** zeigen die Zusammensetzung parallel den Flächen ihrer Grundrhomboeder von 86° 6′ und 85° 58′ Fig. 415 oft nach allen Richtungen. Es entsteht dadurch das Ansehen von Theilbarkeit,

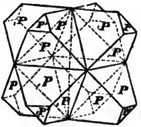
doch erfolgt die Trennung nicht an jedem beliebigen Orte, welches also dem Begriff von Theilbarkeit widerspricht, und das Verhältniss in den Bereich der Zusammensetzung bringt.

96. PYRAMIDALE ZWILLINGSKRYSTALLE.

Das Vorkommen von Zwillingen mit parallelen Axen ist auf die hemiedrischen Abtheilungen des Krystallsystems beschränkt, und sie sind dann Ergänzungszwillinge nach $(\underline{+})$ wie am Kupferkies, oder nach (rl) wie am Scheelit.

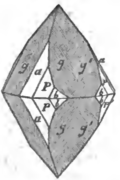
Das erstere Vorkommen am Kupferkies hat wie Fig. 416 viel Aehnlichkeit mit den Oktaederzwillingen im tessularischen System. Die durchwachsenen Individuen des Produktes $\frac{P}{2} . - \frac{P}{2}, 2(\underline{+})$ enthalten die ungleich ausgedehnten Sphenoidflächen, welche die Hälften der Grundpyramide P = 109° 53′, 108° 40′ darstellen, die in ihren Winkeln dem Oktaeder selbst so nahe steht. In den Zwillingen wird der hemiedrische Charakter der Symmetrie zu einem pantoedrischen ergänzt.

Fig. 416.



Bei den hemiedrischen Scheelitkrystallen erhält das Resultat $P . \frac{r}{l} \frac{\frac{2}{3}Z'3}{2}$ $2P' . \frac{l}{r} \frac{2Z'3}{2}$, (rl), Fig. 417 eine prismatische Symmetrie, dadurch, dass die Individuen über die Zusammensetzungsflächen hinausreichen.

Fig. 417.



Die Spiegelfläche, um die Lage der Individuen zu finden, kann beim Kupferkies in der Lage ∞P, beim Scheelit in der Lage ∞P′ gedacht werden, doch bleibt es stets natürlicher, diese Art von regelmässiger Zusammensetzung als Ergänzungszwillinge zu betrachten.

Die mit geneigten Axen regelmässig verbundenen Individuen haben entweder eine Pyramidenfläche, oder eine senkrecht auf einer Pyramidenaxenkante stehende Fläche zur Zwillingsfläche. Sie kommen häufig am Zinnstein, am Rutil, am Kupferkies vor.

Die Pyramide P und die Pyramide 2P', beide am **Zinnstein**, parallel einer Fläche von P zusammengesetzt, sind in Fig. 418 und 419, eine Kombination aus beiden und den beiden Prismen ∞P' und ∞P in Fig. 420 vorgestellt. Sie sind P(P),

Fig. 418.

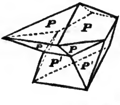


Fig. 419.

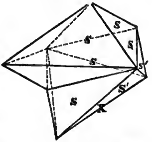


Fig. 420.

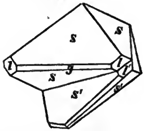
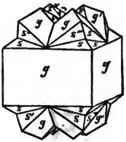
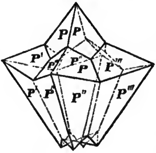


Fig. 421.



2P (P) und P.2P'.∞P'.∞P, (P). Ueber die Zusammensetzungsfläche hinaus sind die Individuen wohl nie fortgesetzt, dagegen aber wiederholt sich das Gesetz an mehreren Flächen einer einzigen Pyramide zugleich, so dass man an dem Schlaggenwalder Zinnstein manchmal Gruppen aus neun Individuen, wie Figur 421 zusammengesetzt erhält.

Fig. 422.



Die knieförmigen Krystalle am Rutil hängen von dem nämlichen Gesetze ab. Sie zeigen selten Endkrystallisation.

An allen Kanten wiederholt zeigt sich die Zusammensetzung nach P' an den Pyramiden P des **Hausmannits** Fig. 422, P (4P').

Zusammensetzung mit der Zwillingsfläche senkrecht auf eine

oder auch auf alle Axenkanten von P, kommt am Kupferkies vor. Mit pantoedrischer Symmetrie, wie Fig. 423, sind sie noch immer leicht unmittelbar zu bestimmen. Ihr Zeichen ist o.P'.P.2P', 4(P, P). Weniger augenscheinlich, aber doch dem gänzlich gleichen Gesetze folgend, sind die starkgestreiften Tetraedern oder Deltoedern ähnlichen Formen, wie Fig. 424 aus Cornwall, deren

Fig. 423.

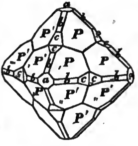
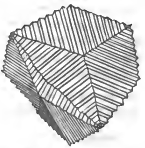


Fig. 424.



krystallographisches Zeichen $\frac{P}{2}$. 2P', 4(P, P) bleibt, und dabei durch das Auftreten von den abwechselnden Flächen von P den hemiedrischen Charakter auch in den aus fünf Individuen bestehenden Gruppen zeigt.

97. Prismatische Zwillingskrystalle.

Wie bei den vorhergehenden pyramidalen kommen auch bei den prismatischen Zwillingskrystallen Beispiele vor, wo sämmtliche drei Axen einander parallel bleiben, und das Resultat Ergänzungszwillinge sind. Sie kommen am Manganit vor, der einen hemiprismatischen Charakter zeigt. Die Symmetrie wird in den angewachsenen Zwillingen Figur 425 nicht pantoedrisch, sondern erscheint augitisch. Die Individuen besitzen die Form der Kombination

Fig. 425.

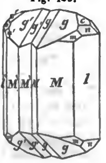
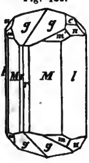


Fig. 426.



$\frac{1}{3}\bar{O}3.\ \frac{\frac{3}{4}\breve{O}2}{2}.\ 2\breve{O}2.\ 2O.\ \infty O.\ \breve{O}2.\ \infty\bar{O}2\ (\pm\infty\breve{D})$ Fig. 426

g c n m M l r

und sind parallel der Fläche $\infty\breve{D}$ zusammengesetzt. Alle Flächen in beiden Individuen sind einander vollkommen parallel, nur in den Flächen *c* lässt sich der hemiedrische Charakter der Kombinationen beobachten.

Häufiger als die Ergänzungszwillinge sind diejenigen, bei welchen die Zwillingsflächen entweder parallel einer Prismenfläche *no*, wie diess Fig. 427 im Durchschnitte zeigt, oder senkrecht auf eine Prismenfläche, wie *pq* in Fig. 428 erscheinen, sey es der Domen $\breve{D}$ und $\bar{D}$ oder der Prismen ∞O. Die Projekzion Fig. 429 beweist, dass eines dieser Gesetze in der Durch-

Fig. 427.

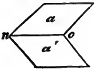


Fig. 428.

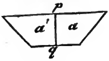
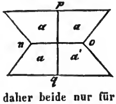
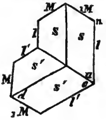


Fig. 429.



wachsung das andere ergänzt, und dass sie daher beide nur für eines genommen werden können. In der Natur zeigen sich übrigens alle drei Fälle häufig, die Durchwachsung Fig. 429 und die beiden Fälle des Anwachsens, an der Fläche Fig. 427 und senkrecht auf dieselbe Fig. 428. Vorzüglich häufig erscheinen sie an den Prismen mit Winkeln, die über oder unter, nicht viel von 120° abweichen, und mit der Fläche parallel der kleineren Diagonale kombinirt sind, also sechsseitige Prismen mit vier gleichen und zwei gegenüberstehenden ebenfalls gleichen, aber von den vorigen verschiedenen Winkeln, darstellen. Dergleichen Spezies sind Aragon, Strontianit, Witherit, Weissbleierz, Chrysoberyll, Antimonsilber, Sprödglaserz, Kupferglanz, schwefelsaures Kali, Salpeter.

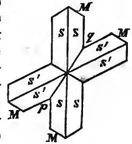
Fig. 430.



Das **Weissbleierz** hat den Winkel *MM* Fig. 430 = 117° 13′. Die Winkel *n* sind = 121° 23½′. Weil nach dem Gesetze der Anwachsung die Zwillingsfläche parallel ist der Fläche *M*, so wird sowohl *a* als auch $c = \frac{117° 13'}{2}$ oder die Neigung $ll' = 117° 13'$.

Ist auch der einspringende Winkel zwischen *l* und *l'* gänzlich ausgefüllt, so wird die Neigung von *M* gegen *M* = 125° 34′. Bei den so häufigen Durchwachsungen Fig. 431 liegt *M'* in der Fortsetzung von *M*. Die Beobachtung des gleichzeitigen Spiegelns der Flächen am Lichte, ist daher leicht zur Entdeckung dieser Art von Zwillingskrystallen anzuwenden. Sind bei der letzten Durchwachsung die einspringenden Winkel gänzlich ausgefüllt, so entsteht ein sechsseitiges Prisma mit zwei Winkeln von 125° 34′, und vier Winkeln von 117° 13′.

Fig. 431.



Aber sehr oft legen sich an ein zentrales Individuum, wie in Fig. 432 nach dem nämlichen Gesetze an jeder Seite eines, also zwei neue Individuen an. Die an den sechs Strahlen des sternförmigen Querschnittes liegenden Winkel sind dann jeder = 117° 13′, so zwar, dass bei vollständiger Ausfüllung, bis die *M* Flächen sich überall treffen, doch bei *w* noch einspringende Winkel von 360—171° 39′ übrig bleiben. Eine der hierher gehörigen Varietäten von Leadhills, Przibram und anderen Orten Fig. 433 zeigt das Gesetz mit anderen Kombinationsformen, es ist: D̆. O. ∞D̆, 2 (D̆).

Fig. 432.

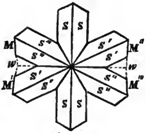
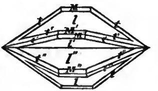
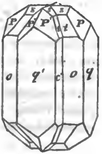


Fig. 433.



Ein merkwürdiges Beispiel dieses Gesetzes sind die durchwachsenen Harmotomzwillinge Fig. 434. Das Prisma, parallel dessen Flächen die Zwillingsfläche liegt, ist so nahe = 90°, dass die zwei Endkanten voll-

Fig. 434.



kommen senkrecht aufeinander zu stehen scheinen. Das krystallographische Zeichen ist:

$$\breve{D}.\ O.\ 4\breve{D}.\ \infty\breve{D}.\ \infty\bar{D},\ 2(\infty O).$$
s P t o g

Manchmal findet sich regelmässige Zusammensetzung parallel zweierlei Zwillingsflächen zugleich. Diess ereignet sich besonders am **Markasit**, dem prismatischen Eisenkiese von Mohs.

Die Figuren 435 und 436 stellen zwei von den an dieser

Fig. 435.

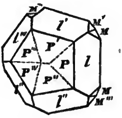
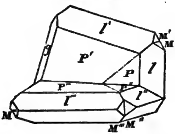


Fig. 436.



Spezies vorkommenden Gruppen dar. Die erste bezeichnet durch $\bar{D}.\ \infty O.\ \infty\breve{D},\ (\bar{D}),\ (\bar{D})$ enthält fünf durch das gleiche Gesetz an-
M l P
einander gereihte Individuen. Die zweite wird bezeichnet durch $\breve{D}.\ \bar{D}.\ \infty O.\ \infty\bar{D},\ (\bar{D}),(\breve{D})$. Hier sind zwei Zwillinge selbst schon
g M l P
in der Zwillingsfläche $\bar{D}$ zusammenstossend, noch einmal rinnenförmig in der Fläche $\breve{D}$ verbunden.

Eine der am frühesten erkannten und beschriebenen Zwillingskrystallisationen, und zwar gleichfalls nach zweierlei Gesetzen, liefert der **Staurolith** oder prismatoidische Granat des Mohsischen Systemes. Die zwei rechtwinklig auf einander stehenden Individuen Fig. 437 sind nach einem nahe an 90° betragenden Prisma, die schiefwinklig Fig. 438 unter etwa 60° sich schneidenden nach einer Orthotypfläche zusammengesetzt, und

Fig. 437.

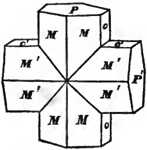
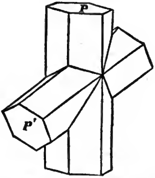


Fig. 438.

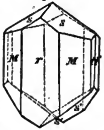


beide amphimorphe Zwillingskrystalle. Sie kommen um und um ausgebildet vor.

§. 98. Augitische und anorthische Zwillingskrystalle.

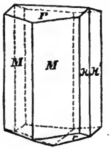
Für das augitische System kommen die meisten Zwillinge in der Querfläche verbunden vor. Gewöhnlich ist sie zugleich Spiegelfläche und Zwillingsfläche. Doch ist auch das Verhältniss nicht selten, dass die Querfläche zwar Spiegelfläche, die Längsfläche aber Zwillingsfläche ist.

Fig. 439.



Von dem ersten Gesetze $\frac{A}{2}$. ∞A. $\infty\breve{H}$
s *M* *r*
$\infty\bar{D}$, $(\infty\breve{H})$ Fig. 439 gibt der **Augit** höchst
l
ausgezeichnete Beispiele zum Theil mehr als Zoll gross und eingewachsen gebildet. Die Symmetrie des Zwillings ist orthotyp.

Fig. 440.



Am **Amphibol** kommen ganz ähnlich gebildete Zwillinge vor, Fig. 440, die jedoch wegen der vorherrschenden Basc, oder mit *P* bezeichneten Fläche eine horizontale Kante bei ihrer orthotypen Symmetrie zeigen. Am anderen Ende schliessen die Augitoidflächen zusammen und nehmen das Ansehen eines Orthotypes an, dessen Axenkanten noch dazu

fast gänzlich in ihren Winkeln übereinstimmen. Die Lage der Flächen zeigt nichtsdestoweniger, dass auch diese, wie die vom Augit, an weichen man so deutlich die einspringenden Winkel am unteren Ende wahrnimmt, unbezweifelt Zwillings-Krystalle sind. Ihre Bezeichnung ist $o. - \frac{A}{2}. \infty A. \infty \breve{D}, (\infty \bar{H})$.

Am Gypse zeigt sich dieses Gesetz manchmal, und wird dann $+\frac{A}{2}. -\frac{A}{2}. \infty A. \infty \breve{D}, (\infty \bar{D})$, Fig. 441; doch sind die

Fig. 441.

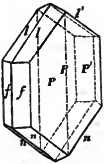
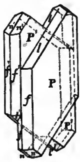


Fig. 442.



meisten Drusen von Hallein, Hall u. s. w. zwar in derselben Lage und Stellung, aber mit der Fläche P an einander gewachsen, Fig. 442. Die Fläche der vollkommensten Theilbarkeit ist die Zwillingsfläche. Das Zeichen wird $+\frac{A}{2}. -\frac{A}{2}. \infty A. \infty \breve{D}, (\infty \bar{D}, \infty \breve{D})$. Bei der umgekehrten Stellung der Individuen gilt das erste Zeichen in den Klammern für die Spiegelfläche, das zweite für die Zusammensetzungsfläche.

Ganz analog diesen Gypszwillingen stellen sich die bekannten Elbogner und Karlsbader Feldspathzwillinge dar. Sie kommen so häufig in der Natur vor, dass es hier wohl an seinem Platze

Fig. 443.

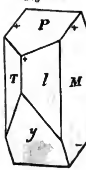
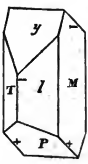


Fig. 444.



ist, die Verhältnisse ihrer Stellung gegen einander, nicht nur nach einer geometrischen Konstruktion überhaupt, sondern nach derjenigen zu verfolgen, die am meisten mit der polarischen Anziehung der kleinsten Theilchen im Zusammenhange steht. Zwei Individuen Fig. 443 und 444 schon in den kleinsten Theilen wie die grossen

geformt, sind im Fortwachsen von einem Ende zum andern begriffen und zwar von der Fläche *P* aus, so dass von einer durch die Mitte gelegten Fläche alles auf einer Seite als positiv +, auf der andern als negativ — angenommen werden kann. Nun stossen sich — und — ab, ebenso + und +, aber die entgegengesetzten Zustände ziehen sich an. Auf den *M* Flächen wird daher der Gegensatz der Anziehung hinreichend seyn, um nicht nur von grösseren zu kleineren, die sich bildenden Theilchen in vollkommen paralleler Stellung mit sich zu vereinigen, sondern auch von gleichen gegen gleiche sie in umgekehrter Stellung an sich zu ziehen.

Die Fläche *P* gegen uns gekehrt, kann nun die wirkliche Verbindung mit der rechts davon gelegenen Fläche *M* geschehen, und diess ist in Fig. 445 dargestellt, oder sie geschieht mit der links von *P* gelegenen Fläche und das Resultat davon ist Fig. 446. Die Fig. 445 dargestellten sind daher die Rechtszwillinge und ihr Zeichen ist: $o. - \frac{2\bar{H}}{2}. \infty A. \infty\breve{D},$

$$\underset{P}{o.}\ \underset{y}{-\tfrac{2\bar{H}}{2}}.\ \underset{lT}{\infty A}.\ \underset{M}{\infty\breve{D}}$$

$(\infty\bar{H}. r\infty\breve{D})$. Die Linkszwillinge Fig. 446 sind mit den links von *P* abgehenden Flächen verbunden, und ihr Zeichen ist: $o. - \frac{2\bar{H}}{2}. \infty A. \infty\breve{D},$

Fig. 445.

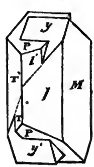
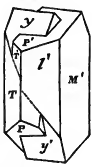


Fig. 446.



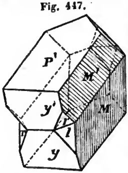
$$\underset{P}{o.}\ \underset{y}{-\tfrac{2\bar{H}}{2}}.\ \underset{lT}{\infty A}.\ \underset{M}{\infty\breve{D}}$$

$(\infty\bar{H}. l\infty\breve{D})$. Die Spiegelfläche ist $\infty\bar{H}$ die Zwillingsfläche $\infty\breve{D}$. Wenn sich zwei gleiche Individuen im Raume mit der Kante *Tl* gegenüberstehend begegnen, so stossen sie sich in dieser Kante ab, ziehen sich aber überhaupt und vorzüglich in der Fläche *M* an. Um sich zu verbinden, muss das eine gegen das andere, welches als fest betrachtet wird, eine Kreisbewegung von 180° um die Kante zwischen *T*, *l* und *M* machen, und zwar e n t w e d e r nach Rechts o d e r nach Links.

Die Rechts- und Linkszwillinge sind einander vollkommen gleich, aber nur umgekehrt ähnlich, wie ein Gegenstand und sein Bild im Spiegel.

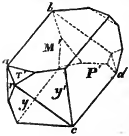
Zwei Feldspathkrystalle der obigen Form berühren sich auch in den mit entgegengesetzter Anziehung begabten Flächen P der vollkommensten Theilbarkeit parallel, Figur 447. Hier ist P die Zwillingsfläche, d. h. in Bezug auf die augitische Krystallreihe des Feldspathes, die Basis o. Die zwei in einer Ebene liegenden Flächentheile M und M' sind bei den Varietäten des Adulars vom St. Gotthard sehr häufig durch die auf denselben wahrzunehmende Streifung parallel den Kombinationskanten mit ∞A oder T und l zu unterscheiden, indem sie an der Zwillingsfläche scharf abschneidet.

Fig. 447.



Zwischen den Flächen von P und denen von M, also zwischen o und $\infty\breve{D}$ liegen die Flächen des Domas $2\breve{D}$, n von HAÜY, nach KUPFFERS Angaben von ZIPPE *) zu 90° 7′ berechnet. Auch die Flächen dieser Form kommen beim Feldspath als Zwillingsflächen vor. So insbesondere bei den undurchsichtigen blassfleischrothen und weissen Krystallen von Baveno am Lago Maggiore eine der Flächen in angewachsenen Zwillingen; beide Flächen in durchwachsenen Zwillingen am St. Gotthard bei dem durchsichtigen Adular. Die Hauptform der Bavenoer Krystalle ist Fig. 448. Die Fläche $abcd$ ist eine der Flächen des Domas $2\breve{D}$ von 90° 7′; M' ist daher auch gegen die anliegende Fläche M unter diesem Winkel geneigt, während der Winkel von P' gegen P 89° 53′ wird. Das Zeichen dieses Zwillings ist: $o. -\frac{2\bar{H}}{2}. \infty A. \infty\breve{D}, (2\breve{D})$.

Fig. 448.



*) MOHS, II. Thl. p. 282.

Die nach beiden Domenflächen zusammengesetzten Verbindungen wie Fig. 449, dessen einzelne Individuen die Form Figur 450 besitzen, können ursprünglich aus verschiedenen Individuen bestehen, aber sie können auch nach einer *n* Fläche gruppirte Zwillinge seyn, die bereits nach dem Gesetze Fig. 447 in der Zwillingsfläche *P* sich berühren. In beiden Fällen nimmt das Aggregat innerhalb der geringen Winkelabweichung ein pyramidales Ansehen an, indem die Schnitte senkrecht auf die vier *P* Flächen nur sehr wenig von Quadraten unterschieden sind.

Fig. 449.

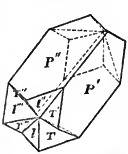
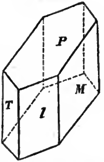


Fig. 450.



Diese verschiedenen Arten der Zwillingskrystalle sind die am Feldspathe gewöhnlichsten und wichtigsten.

Die anorthischen Formen des Albits, Periklins, Labradors, Oligoklases, Anorthits u. s. w. weichen in ihrer allgemeinen Flächenanordnung und selbst in den Winkelverhältnissen so wenig von denen des Feldspathes ab, dass sie unmittelbar mit denselben in Verbindung gebracht werden können, um sie der Untersuchung zu unterwerfen. Hier tritt nebst mehreren der oben beschriebenen vorzüglich diejenige Verbindung hervor, wo *M* die Zwillingsfläche ist Fig. 451. Die Flächen *PP'* machen einen einspringenden Winkel von 360° — 187° 12' am Albit. Das krystallographische Zeichen derselben ist:

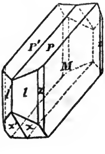
$$o. \; - \frac{2\bar{H}}{2}. \quad ri\frac{\infty A}{2}. \quad ri\frac{\infty A3}{2}, \quad (\infty\breve{H}).$$

Der ein-

P *x* *lT* *zz'*

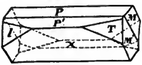
springende Winkel ist eine ungemein leicht wahrzunehmende merkwürdige Erscheinung, und gibt ein sicheres Unterscheidungsmerkmal zwischen den vielen anorthischen und den augitischen Feldspathen, bei welchen ein solcher einspringender Winkel nicht vorkommt.

Fig. 451.



Beim Periklin ist der einspringende Winkel sehr häufig nicht auf der Base o oder der *P* Fläche, sondern auf der Längsfläche *M* oder $\infty\breve{H}$ zu sehen. Diess ist auch an dem Kieselspath aus Nordamerika der Fall. Die Art der Zusammensetzung bietet in Bezug auf die polarische Anziehung der kleinsten Theilchen manche Analogie mit den Rechts- und Linkszwillingen Fig. 445 und 446. Durch die geometrische Konstruktion der Umdrehung erhält man die Lage des unteren Individuums in Fig. 452, wenn man die Umdrehungsaxe parallel der Kante *Px* oder der Queraxe des Anorthoides annimmt. Das Zeichen wird o. $-\frac{H}{2}$. rl $\frac{\infty A}{2}$. $\infty\breve{H}$, (o.$\bar{H}$, o). Die Symmetrie

Fig. 452.



des Zwillingskrystalles bleibt anorthisch.

Auch hier ist das Phänomen der Zwillingskrystallisation aus der Lage der scharf aneinander abschneidenden Theilungsflächen zu erkennen, so wie überhaupt der innere Ausdruck der Struktur noch lange den Forscher zu leiten vermag, wo die äussere Form schon längst nicht mehr beobachtet werden kann.

99. Krystallschalen.

Der Anwachs neuer Materie an den sich bildenden Krystall folgt nicht immer so gleichförmig, dass man nicht noch irgend auf der früheren Oberfläche abgelagerte fremdartige Materie erkennen sollte. Verschieden gefärbte Schichten oder Schalen folgen auf einander, die frühere Oberfläche ist mit erkennbaren Krystallen von anderer Beschaffenheit besetzt, oder gänzlich von den darüber liegenden Theilen getrennt, so dass man die äussern schalenweise ablösen kann. Sie sind wirkliche Trennungen, aber doch kann man die Erscheinung selbst nicht mit der ganz unregelmässigen Zusammensetzung in eine Klasse bringen. Wir unterscheiden sie durch den Namen der K r y s t a l l s c h a l e n, und betrachten sie im Gefolge der regelmässigen Zusammensetzung.

Am ausgezeichnetsten lassen sie sich am Epidot von Arendal, am Idokras von Christiansand, am Wolfram von Zinnwald

erkennen. Es gelingt sehr oft aus einem vollständig erscheinenden Krystalle durch Ablösung aufeinander folgender Schalen, sehr deutliche glattflächige kleinere Krystalle wie Kerne herauszuschälen. Der sogenannte gekappte Quarz von Schlaggenwald in Böhmen und von Beeralston in Devonshire erlaubt, dass man gleichsam Kappen von der Gestalt inwendig hohler Quarzoide von wohlgeformten kleineren Quarzoiden abhebe. Oft liegt eine fremdartige staubige Materie zwischen den solchergestalt geschiedenen Theilen dessen, was man doch nicht anders als wie ein Individuum betrachten kann.

Die aufeinander folgenden Anwachsschichten des Kalkspathes, obwohl fest mit einander verwachsen, zeigen häufig farbige Streifen oder Krystalle von Markasit, Sperkies, die auf der Oberfläche von Skalenoedern abgesetzt wurden. Flusskrystalle mit einem dunkelblauen Kern in der Gestalt eines Granatoides endigen an der Oberfläche blassgrün in der Gestalt von Hexaedern. Hierher zählen wir billig die verschiedenfärbigen Schichten von Apatit, wo die sechsseitigen Prismen gegen die Mitte grüne, gegen den Umfang derselben violblaue Absätze unterscheiden lassen. Turmalin, Topas, Saphyr, Quarz, von letzterem vorzüglich der Amethyst zeigen verschiedene Austheilung der Farben. Bei dem Amethyste hängt diese Erscheinung genau von der regelmässigen Zusammensetzung ab, indem BREWSTER durch optische Untersuchungen bewies, dass er aus Schichten den Quarzoidflächen entsprechend, von rechten und linken Individuen, von Quarz bestehe.

100. ZUSAMMENHÄUFUNG.

Nachdem ein zentrales Individuum gebildet war, geschah der Anwachs neuer Materie nicht immer so lange fort, bis alles innerhalb der Oberfläche eines Krystalles enthalten seyn konnte. Zu grosse Entfernung der Anziehungsmassen, die Störung der Schwere liessen oft kleine Krystalle schon gebildet sich auf den grösseren ablagern, wobei sie dennoch eine möglichst, oft eine vollständig parallele Stellung annehmen. Ein grosser Krystall erscheint durch diese parallele Zusammenhäufung wie aus einer Menge von kleineren zu bestehen, die auch

wohl in der Form von den grösseren verschieden sind, wenn sie auch zu derselben Spezies gehören.

Am Fluss von Schlaggenwald kommen Oktaeder vor, welche gänzlich aus kleinen dunkel violblauen Würfeln zusammengesetzt sind, so wie mancherlei andere Erscheinungen dieser Art.

Kalkspath, grosse Skalenoeder der Form S3 bestehen gänzlich aus der Kombination eines flachen Rhomboeders, und des parallelen sechsseitigen Prismas $\frac{1}{2}R'. \infty R$, von Bleiberg in Kärnthen. Grosse graue Skalenoeder der Form S3 sind von kleinem Krystalle wie von einem Aequator rund herum eingefasst zu St. Leonhard in Kärnthen vorgekommen, und werden in mehreren unserer Sammlungen aufbewahrt. An diesem Minerale sind oft ganz verschiedene Formen als aufeinanderfolgende Bildungen, auf diese Art theils aneinander gewachsen, theils in einander eingeschlossen.

Verschiedenartige Kombinationen der Barytvarietäten von Przibram bilden die einen den Kern der andern, so ist die Kombination eines rhombischen Prismas $\bar{D}. \infty\breve{D}$ von einer andern von drei senkrecht auf einander stehenden Prismen mit der vorigen Diagonalfläche $\breve{D}. \bar{D}. \infty\breve{O}2. \infty\breve{D}$ eingeschlossen.

Aber nicht nur solche Theilchen fügen sich nach den Gesetzen der krystallinischen Anziehung aneinander, welche von gleicher Beschaffenheit sind, auch bei solchen tritt der Fall ein, die nur in der Form selbst gewisse Analogien mit den zu bildenden besitzen.

MITSCHERLICH hat absichtlich isomorphe Körper auf diese Art schalenweise mit einander abwechseln lassen; auch in der Natur treffen wir die Erscheinung zum Theil an Körpern dieser Art.

Die Oberfläche der mannigfaltigen Kombinationen des rhomboedrischen Kalkhaloides MOHS, ist von kleinen Individuen des makrotypen, oder Kalkspath von Braunspath oder Dolomit in paralleler Stellung überzogen. Eine ganze Lage von Braunspath liegt auf den Kalkspath-Flächen. Joachimsthal, Hodritsch liefern schöne Beispiele.

Aber auch wieder Braunspath ist mit kleinen Kalkspathkrystallen besetzt, wie in Magurka, oder die letzteren sitzen parallel auf dem Spatheisenstein von Neudorf am Harz, soweit nämlich Parallelismus bei Winkelverschiedenheit möglich ist. Daher sind auch die den Kalkspath überziehenden Dolomit- oder Braunspath-Schichten weniger glattflächig theilbar, als der Kern.

Der krystallinische Dolomit von Grossarl in Salzburg enthält in den drei verschiedenen Richtungen seinen Axenkanten parallel, Asbestfäden eingewachsen; einige derselben liegen auch auf den Theilungsflächen parallel der kurzen oder geneigten Diagonale der Rhomben. Die Dolomitkrystalle von der Form des Grundrhomboeders von 106° 15′ sind in grünem, ziemlich festen Talk eingewachsen. Auf den o Flächen senkrecht auf die Axe liegen dreiseitige Blättchen von einem blassgrünen Glimmer.

Ich habe in Edinburg Krystalle von Barytocalcit gesehen, die in möglichst paralleler Stellung an den Enden Krystalle von Kalkspath trugen, Fig. 453 und 454. Die Theilungsflächen des Kalkspathes liegen dabei fast gänzlich wie die Theilungsflächen des Barytocalcits. Der Winkel von R gegen R am Kalkspathe ist = 105° 5′ der gleichgelegene am Barytocalcit = 106° 54′.

Fig. 453.

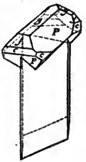
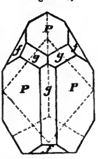


Fig. 454.

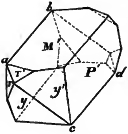


Zweiaxiger blass gelblicher Glimmer aus Sibirien ist zuweilen eingefasst von pfirsichblüthrothem Lepidolith, so dass die Theilbarkeit gleich durch beide hindurchgeht, und sie nur einen Krystall auszumachen scheinen Ich besitze ein Stückchen von diesem merkwürdigen Vorkommen.

Adular und Albit, Adular und Periklin zeigen sich oft in paralleler Stellung aneinander gewachsen, in Krystallen und in derben Massen, welche als Gemengtheile im Granit vorkommen.

An den Krystallen von Baveno, selbst röthlich, sind oft die Flächen *T*, *l*, *M* Fig. 455 mit Albit von weisslicher Farbe

Fig. 455.



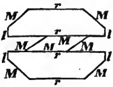
überzogen, die Flächen *P* und *y* sind rein davon; an den Kombinationskanten zwischen *P* und *M* stehen vorragende Theile des Albites über.

Der Periklin von Schmiern in Tyrol ist mit kleineren vorragenden Adularkrystallen dergestalt besetzt, dass die Theilungsflächen, so wie die Krystallflächen überhaupt eine ganz gleiche Lage besitzen.

Augit ist nach G. Rose's schönen Beobachtungen oft von Amphibol in vollkommen paralleler Stellung umgeben. Wir müssen dieses Verhältniss wegen der Stellung hier erwähnen, obwohl erst später bei den Pseudomorphosen weiteres darüber erörtert werden kann, da die Krystallform nicht die des Amphibols, sondern die des Augites ist.

Die beiden Spezies wechseln oft blättchenweise in der Querfläche, $\infty\breve{H}$ für Amphibol, $\infty\breve{H}$ für Augit. Bei dem grasgrünen Smaragdit vom Bacher stehen nur die Blättchen des Augites

Fig. 456.

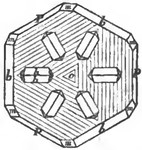


parallel gegen einander Fig. 456. Die Blättchen des Amphibols liegen mit ihren Prismenflächen *M* in verschiedener Lage dazwischen, so wie der vergrösserte Querschnitt senkrecht auf die Kante von ∞A am Augit zeigt. Die Axen der Amphiboltheilchen sind denen der Augittheilchen nicht parallel.

Die Verwachsung des Kyanites mit dem Staurolith, eines anorthischen mit einem orthotypen Minerale, deren Winkel PM an jenem von 106° 15', und die Neigung der Prismenflächen gegen die Diagonale = 105° 15' an diesem nahe übereinstimmen, an den Gotthardér Varietäten ist längst in den Mineraliensammlungen aufbewahrt.

Rutil und Eisenglanz bieten ein besonders merkwürdiges Verhältniss der Verwachsung. Auf den Flächen o senkrecht auf die Axe von R, in der Kombination Fig. 457. von Eisenglanz vom St. Gotthard liegen in der Richtung der drei Diagonalen Ru-

Fig. 457.



tilkrystalle, deren Seitenflächen ∞P mit der Base o des Eisenglanzes übereinstimmen, die Winkel der Kombinationskanten von P mit ∞P am Rutil, $= 122° 28'$ stimmen mit denen der Kombinationskanten von o mit $R = 122° 22'$ am Eisenglanze ganz nahe überein.

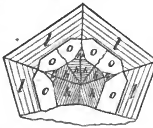
Glimmer legt sich oft flach auf andere Krystallflächen oder auf Zusammensetzungsflächen. Bekannt sind die Magneteisenstein-Oktaeder von Fahlun; aber auch Schwefelkies findet man in einigen dieser Oktaeder beim Zerschlagen, wie an einem Beispiele in dem k. k. Hofmineralienkabinet.

Glimmer liegt auf den o Flächen, der Endfläche der sechsseitigen Prismen an dem blauen Korund aus Sibirien.

Im Schriftgranit nehmen beide, Glimmer und Quarz regelmässige Lagen gegen den Feldspath an.

Die beiden Eisenkiese kommen in regelmässiger Verbindung vor, der hexaedrische bedeckt mit einer seiner Hexaederflächen die eine Diagonalfläche ∞Ď, an den grossen in Thon eingewachsenen Gruppen von Littmitz in Böhmen; eine Oktaederfläche hat die Lage der Flächen *l* an dem Zwillingskrystalle Fig. 485; so dass die Winkel von 109° 28′ 16′ des Oktaeders und die des Prismas von 98° 13′ dieselbe Stelle einnehmen. Sie spiegeln also nicht vollkommen gleichzeitig.

Fig. 458.



Glaserz, Fahlerz, Blende erscheinen, obwohl selbst tessularisch, sämmtlich von dem pyramidalen Kupferkiese überzogen, und zwar dergestalt, dass die Flächen des letzteren gleichzeitige Lichtstrahlen ins Auge schicken. Kupferkieskrystalle sind auch wohl dergestalt von Blende überzogen, dass ein aussen aus Blende bestehender Krystall beim Zerschlagen einen Kern von Kupferkies zeigt. Das k. k. montanistische Museum besitzt dergleichen Stücke von Kapnik in Ungarn.

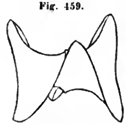
II. DIE FREIE BILDUNG.

101. Unregelmässige Zusammensetzung.

Die Verbindung von zwei oder mehreren Individuen zu einer zusammenhängenden Masse erfolgt häufig, ohne dass sich zwischen denselben ein anderes Verhältniss nachweisen liesse, als dass sie zufällig neben einander gebildet sind.

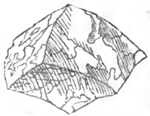
Allerdings ziehen sich schon gebildete Theilchen in ihren gleichartigen Ecken und Kanten oft noch vorzugsweise an, aber ihre Schwere oder andere Umstände hindern die völlig parallele Stellung. So setzen sich an manchem Dolomit, vorzüglich bei den auf Gängen vorkommenden Braunspathen die Anwachstheilchen dergestalt an ein zentrales Rhomboeder der Grundgestalt an, dass längs der Axenkanten Erhöhungen, längs der geneigten Diagonalen Vertiefungen entstehen, und die von Werner sogenannten sattelförmigen Linsen hervorbringen Fig. 459.

Fig. 459.



Häufig laufen die Axenrichtungen der beinahe zu einem Individuo genäherten Theilchen an manchen Kalkspathen und Braunspathen, aus einem Mittelpunkte aus. Dann lässt sich das Verhältniss vorzüglich in der Theilbarkeit erkennen, welche Rhomboeder gibt, die wie Fig. 460 von drei konvexen obern und drei konkaven untern Flächen begrenzt sind.

Fig. 460.



Zwei oder mehrere Individuen können aber schon vollständig ein jedes in sich geformt und abgeschlossen, in der weiteren Fortbildung an einander anstossen, und sich gegenseitig hindern, die ihnen eigenthümlich zukommende regelmässige Gestalt anzunehmen.

Man nennt die Bildung derselben in einem Raume, der nichts enthält, was sie hindern sollte, die ihnen eigenthümliche Form anzunehmen, die freie Bildung, diejenige, in welcher

ihre Gestalt durch schon vorhandene Materie bestimmt wird, die gestörte Bildung. Die vollkommensten Produkte freier Bildung sind die Krystalle. Es können sich aber so viele Krystalle neben einander bilden, und sie können zugleich so klein seyn, dass ihre Gestalt nur kollektiv mit irgend Etwas verglichen werden kann, dem sie ähnlich ist oder welches sie nachahmt, und die Gestalten werden daher nachahmende genannt. Sie entstehen oder werden erklärt durch die mannigfaltige Art der Anhäufungen der Krystalle. Auch die Gestalten gestörter Bildung besitzen zuweilen Aehnlichkeit mit anderen Körpern oder Dingen; sie sind im Allgemeinen Pseudomorphosen, fremdartig gestaltete Körper genannt worden, indem die Gestalt, welche sie zeigen, nicht ihnen selbst, sondern anderen vorher dagewesenen Körpern oder Räumen eigenthümlich ist.

102. Krystallgruppe. Krystalldruse.

Mohs hat gesucht, unter den bis dahin in mancherlei Bedeutung und Fügung vorkommenden Wörtern einen festen Gebrauch einzuführen, indem er Krystallgruppe für die Verbindung, das Zusammengewachsenseyn mehrerer eingewachsener Krystalle, Krystalldruse für die Verbindung oder das zusammen auf der nämlichen Unterlage Vorkommen mehrerer aufgewachsener Krystalle ausschliesslich anwendete. Bei den Krystallgruppen unterstützt ein übrigens vollkommen mit Krystallflächen ausgebildetes Individuum das andere, bei den Krystalldrusen erscheinen mehrere an einer Seite vollständig ausgebildete Individuen auf einer gemeinschaftlichen Unterlage aufsitzend.

Beides, Krystallgruppe und Krystalldruse wird nur von Individuen einerlei Art, das heisst, von zusammengesetzten, nicht von gemengten Mineralien gebraucht.

Ausgezeichnete Beispiele von Krystallgruppen liefern: Gyps in Thon eingewachsen, Kupferlasur in Steinmark, Feldspath-Gruppen von Zwillingen in Granit, Pyrit und Markasit in Thon und Thonschiefer; von Krystalldrusen: Fluss, Kalkspath, Baryt, Quarz, Bleiglanz, Blende u. s. w.

Die Gestalt der miteinander verbundenen Individuen bleibt so lange erkennbar, als diese selbst nicht zu klein sind; geschieht diess, so nehmen wir mancherlei nachahmende Gestalten wahr.

103. Eingewachsene nachahmende Gestalten.

Die Krystallgruppen leiten zur Erklärung der losen oder eingewachsen gebildeten Kugeln, die mehr und minder vollkommen seyn können. Die Individuen, aus welchen sie bestehen, beginnen in dem Mittelpunkte der Kugeln, und sind zunächst demselben ganz dünn, sie werden dicker gegen den Umkreis und endigen oft in ziemlich erkennbaren Spitzen. Die Gypskugeln von Leobersdorf in Oesterreich, Kreis Unter-Wiener-Wald, die Kupferlasurkugeln von Chessy enthalten im Mittelpunkte Höhlungen, bei den ersten mit Thon erfüllt, oder auch ganz leer bei den letztern Drusen enthaltend.

Die Oberfläche der Kugeln besteht aus Krystallspitzen und ist meistens drusig. Mehrere Kugeln verbinden sich oft zu eingewachsenen nierförmigen und traubigen Gestalten. Bei den nierförmigen Gestalten nimmt man kleinere Abschnitte grösserer Kugeln, bei den traubigen grössere Abschnitte kleinerer Kugeln wahr.

Die zwei Eisenkiese, nämlich Pyrit und Markasit, Kupferlasur, Sphärosiderit, Sphärulit geben lehrreiche Beispiele von eingewachsenen Kugeln, eingewachsenen traubigen und nierförmigen Gestalten.

Kugeln, und durch die Berührung derselben die mancherlei nierförmigen und traubigen Gestalten bilden sich durch die Anziehung gleichartiger Materie, die sich aus einer gemengten Masse ausscheidet. Man verfolgt die Kugeln von den Gruppen bis dahin, wo man die Individuen gar nicht mehr unterscheiden kann. Der Ausdruck aus den Krystallgruppen entstehen Kugeln, würde demnach ein uneigentlicher seyn, im Gegentheile können aus Kugeln, die sich erst zusammengezogen haben, nach und nach durch Ansatz gleichartiger Materie von Aussen Gruppen entstehen. Die Kugelbildung ist der allererste Anfang. Für diejenigen Kugeln und kugelähnlichen Massen, an denen keine wirkliche Krystallisation wahrgenommen werden kann, hat Ehrenberg

den Namen der Krystalloide vorgeschlagen, die man auch an Mineralien wahrnimmt, welche wir für amorph oder gänzlich gestaltlos halten müssen.

Kugiige Krystalloide finden sich ausgezeichnet an dem Hornstein aus Oberegypten, an dem Feuerstein in der Kreide vieler Länder, nierförmige am Menilit, einer Varietät von Opal von Menil montant bei Paris, am Aluminit von Newhaven in England, am dichten Kalksteine im Tegel bei Mannersdorf im Leithagebirge. Man nennt Kugeln und Gestalten dieser Art auch wohl Konkretionen.

104. Aufgewachsene nachahmende Gestalten.

Befindet sich der Mittelpunkt der Anziehung von mehreren beginnenden Individuen an der Oberfläche eines schon vorhandenen Körpers, so entstehen aufgewachsene Kugeln. Die Individuen berühren sich in dem Mittelpunkte der Kugel und divergiren wie die Radien derselben gegen die Oberfläche, wo sie entweder sogleich mit Krystallflächen endigen, oder auch wohl noch weiter ganz frei, als aufgewachsene divergirende Krystalle fortsetzen, wie beim Gyps, Natrolith und Antimonglanz. Wavellit, Braunspath, Baryt, Prehnit, Pyrit liefern Beispiele aufgewachsener Kugeln.

Mehrere nebeneinander gebildete aufgewachsene Kugeln vereinigen sich, wie die eingewachsenen zu nierförmigen und traubigen aufgewachsenen Gestalten, wenn sie so weit fortgewachsen, bis sie sich gegenseitig berühren. Viele ausgezeichnete Beispiele davon liefern die nämlichen Mineralien, welche in aufgewachsenen Kugeln vorkommen, besonders aber trifft man sie am Chalcedon, und an den sogenannten Glasköpfen, vorzüglich den rothen, welche zu der Species des rhomboedrischen Eisenerzes von Mohs gehören.

Den Krystalloiden analog sind die Bildungen dieser Art, welche an amorphen Mineralien vorkommen, so am Hyalith, einer Varietät von Opal, am Allophan, am Psilomelan. Die kleintraubigen Gestalten sind es, welche hier vornehmlich beobachtet werden.

Aneinander in einer Richtung angehäufte Krystalle beobachtet man am Kalkspath, am Feldspath, am Silber, am Kupfer und anderen Mineralien. Diess geschieht nicht immer in krystallographisch paralleler Stellung; sind dann die Individuen sehr klein, so entstehen die zähnigen, die drahtförmigen und haarförmigen Gestalten, die sich von einander vornehmlich durch ihre grössere und geringere Dicke, bei geringerer oder grösserer Länge unterscheiden. Eine zähnige Gestalt von Silber, ohne anhängende Bergart, von Kongsberg in Norwegen, in dem königlichen Kabinet in Kopenhagen, wiegt über vier Pfund. Das Zähnige kommt überhaupt vorzüglich schön am Silber vor, aber auch am Steinsalz, am Eise. Haarförmiges Silber findet sich manchmal zusammengeballt in Drusenräumen von Erzgängen, wie zu Freyberg, Przibram u. s. w.

Die Krystalle finden sich aneinander gehäuft in mehreren Richtungen in einer Ebene, die von der Krystallgestalt abhängig sind. Der Dolomit, an dem sogenannten Braunspathe, vorzüglich aber das Kupfer, wovon Gustav Rose in seiner Reise nach dem Ural ausgezeichnet schöne Varietäten abgebildet hat. Kleine Individuen bilden dann die baumförmigen Gestalten, am Kupfer, Gold u. s. w. Die verschiedenen Aeste bleiben von einander getrennt.

Sind die Theilchen in mehreren Richtungen aneinander gehäuft und berühren sie sich gegenseitig, so entstehen blatt- und blechförmige Gestalten, die vorzüglich am Golde vorkommen. Die breite Fläche ist eine der Oktaederflächen der Krystalle desselben. Sie ist oft in drei Richtungen gestreift, welche Winkel von 60° und 120° einschliessen, oder mit kleinen abgestumpften dreiseitigen Pyramiden besetzt, deren geneigte Flächen dem Leuzitoide $\frac{3}{2}$L angehören, wie an den Blechen von Vöröspatak.

Zusammenhäufungen in drei senkrecht auf einander stehenden Richtungen führen auf die gestrickten Gestalten, welche ausgezeichnet am oktaedrischen Kobaltkiese, aber auch am Silber und am Golde vorkommen. Auch das Wismuth kann als Beispiel angeführt werden.

Die staudenförmigen Gestalten hängen von einer weniger regelmässigen Ablagerung der einzelnen Individuen ab. Als

Gestalten lassen sie sich so beschreiben, dass sie in ihrer grössten Vollkommenheit als nierförmige oder traubige Bildungen erscheinen, bei welchen jede Kugel gestielt ist. Sie erhalten das Ansehen des Blumenkohls und finden sich am Kalkspath, am Psilomelan, hier bei einem amorphen Körper; von der grössten Vollkommenheit kann man sie beobachten, wenn man eine gesättigte Auflösung von Salmiak sich selbst überlässt. An den Wänden des Gefässes steigt die Salzmasse nach und nach hinauf und bildet die schönsten blumenkohlähnlichen oder staudenförmigen Gestalten. Zwischen zwei sich fast berührenden Flächen, auf feinen Klüften, selbst auf der Oberfläche von Krystallen oder andern einfachen oder auch zusammengesetzten Mineralien, endlich in der Masse mancher Körper selbst entstehen auf ähnliche Art die Dendriten, von der Aehnlichkeit der Zeichnung mit Bäumen so benannt. Beispiele sind Marmor, Moosachat, als Träger von solchen Dendriten.

Als ein schönes, wenn auch vorübergehendes Bild nierförmiger, traubiger und staudenförmiger Gestalten, darf hier noch die Haufenwolke, nach Howard's Nomenklatur *cumulus*, erwähnt werden, deren rasche Bildung durch einen aufsteigenden wärmern, feuchtern Luftstrom in einer kältern Luftschicht bedingt ist. Sie baut sich zu bedeutenden Höhen auf, und wird an der untern Fläche, auf welcher sie aufliegt, durch die wärmere Schichte immer wieder aufgelöst, während sich stets neue und neue Dunstbläschen oder Wolkenballen vielgestaltig entwickeln, bis die Bedingungen zu ihrer weitern Fortbildung unterbrochen sind.

Den Dendriten, den staudenförmigen Gestalten nahe verwandt sind die zackigen Gestalten des Aragones in den Varietäten, die unter dem Namen der Eisenblüthe bekannt sind. Sie stellen oft höchst zierliche, dem Wachsthum der Korallen ähnliche Formen dar, daher sie auch häufig nach dieser Aehnlichkeit benannt werden. Auf rundlichen Stengeln sind feine spiessige Krystalle in schiefer Richtung aufgewachsen.

Die Bildung der vorhergehenden Gestalten ist mehr und weniger von der Einwirkung der Kapillarität abhängig, von der Anziehung der schon gebildeten festen Theilchen gegen die Flüs-

sigkeit, welche die neu abzusetzende Materie enthält. Daher ist sie auch allmählig, und nicht ohne Veranlassung ist auf sie der Begriff von Ausblühung, Effloreszenz, der Name Eisenblüthe u. s. w. angewendet worden. Bei den Kugeln, nierförmigen und traubenförmigen Gestalten bewirkt ein reiner Krystallisationsprozess die Vergrösserung der Individuen; bei den zahn-, draht-, haarförmigen Gestalten, den baumförmigen, den Blättchen und Blechen, den gestrickten geschieht der Absatz der durch Kapillarität angezogenen Materie ebenfalls nach den Gesetzen der Krystallbildung. Bei den staudenförmigen, zackigen ist die Kapillarität noch stärker, es werden nämlich neue abgesonderte Individuen abgesetzt.

Ganz verschieden in Ansehen und Bildungsweise von den vorhergehenden ist das tropfsteinartige oder stalaktitische. Die ausgezeichnetsten Beispiele liefern Steinsalz, Kalkstein, Chalcedon, Opal, der Hyalith, Brauneisenstein. Der Absatz der Materie geschah aus einer der Schwerkraft folgenden herabtropfenden Flüssigkeit, eine Bildungsweise, die man deutlich an den tropfsteinartigen Zapfen erkennt, die perpendikulär an ihrem obern dickern Ende angewachsen sind, und unter welchen man auch noch das Produkt des Herabtropfens auf dem Boden findet. In vielen Kalkhöhlen kommt dergleichen in mannigfaltigen Formen vor; die von der Decke herabhängenden Gestalten werden auch wohl Stalaktiten, die haufenförmig auf dem Boden liegenden Stalagmiten genannt.

Tropfsteinartige Gestalten entstehen auf zweierlei Art, entweder die Materie wird aus einer Auflösung abgesetzt, wie diess unzweifelhaft bei den Kalktropfsteinen der Fall ist, bei welchen man die Bildung vielfältig beobachtet hat, oder die herabtropfende Materie selbst gesteht zu einem festen Körper, wie Wachs, Schwefel u. s. w. Zu den letztern müssen insbesondere die tropfsteinartigen Gestalten des Chalzedons, Hyaliths, Brauneisensteins gezählt werden.

Mit kohlensaurem Kalk gesättigtes kohlensäurehaltiges Wasser setzt an der untern Fläche von Kalkgeschieben in der Nagelfluhe der Alpen rund um die Tropfen herum Kalkringe an. Ich sammelte schöne Beispiele davon in den Bänken südwestlich von Stadt Steier in Oesterreich, in dem Thale des Flusses Steier.

Nach und nach bildet sich eine Röhre, die in besonderen Fällen ganz dünn ist und nur aus einem einzigen Kalkspathindividuum besteht, indem die Theilbarkeit gleichmässig durch das Ganze hindurch geht. Zuweilen ist die Spitze durch die Krystallflächen des Rhomboeders 2R' geschlossen, worauf nach und nach der ganze noch im Inneren vorhandene Raum mit Kalkspath in paralleler Stellung ausgefüllt wird. Die hohlen Gestalten werden auch wohl pfeifenröhrige genannt. Aber die Bildung ist noch nicht beendigt, die Bewegung der Auflösung und die Verdampfung dauert fort; die Oberfläche bietet nun den Ruhepunkt für neue Individuen, welche mit ihren Axen senkrecht auf derselben stehen, und so immerfort wachsen, bis sie etwa die durch das Herabtropfen auf dem Boden enstandenen Stalagmiten erreichen, oder irgend eine andere Veranlassung den Fortgang unterbricht.

Das Herabtropfen geschieht zuweilen in kleine Schüsseln, die sich selbst bilden, und in denselben werden Sandkörner oder andere Gegenstände immerwährend bewegt und zugleich inkrustirt, bis sie zu schwer werden und dann fest liegend durch neuen Anwachs der Materie überkleidet erscheinen. Einiger Erbsenstein ist auf diese Weise gebildet.

Bei sehr leicht auflöslichen Körpern, z. B. dem Steinsalz, bringen die Bedingungen der Tropfsteinbildung eigenthümliche Gestalten hervor. Dergleichen sind die sogenannten Himmelsteine, von Salz mit einer im Ganzen ebenen, doch mit runden Zellen gänzlich bedeckten Oberfläche. Sie entstehen in den Sinkwerken der Alpen durch das Ansammeln von Wassertropfen an der Salzdecke. Der Tropfen löst oben auf, ist aber an der Seite rund herum schon gesättigt, so dass die rundzellige Gestalt nothwendig entstehen muss. Schuhlange Salztropfsteine von Wieliczka enthalten den hohlen oben bei den pfeifenröhrigen Kalkspathen erwähnten Kanal und bestehen aus einem einzigen Individuo.

Als Absätze aus einem bewegten Strome von Flüssigkeit, von tropfbarer oder gasförmiger Beschaffenheit, erscheinen auch die aus einem einzigen Individuo bestehenden gänzlich unregelmässigen oder tropfenartig ungestalteten Bleiglanze, und die moosartigen Zusammenhäufungen, die gleichfalls häufig in vollkommen paralleler Stellung sich befinden, von Przibram in

Böhmen. Die Richtung des Stromes lässt sich aus der Richtung der Gestalten selbst nachweisen. Sie kommen auf dem Liegenden der Drusen, auf dem etwa 70° geneigt fallenden Gange vor. Die Drusen selbst erscheinen zwischen der Gangmasse und dem Hangendgestein. Von oben nieder ist die Richtung der Gestalten vertikal, unten dreht sie sich horizontal ab, der Strom veränderte also in der Druse seine Richtung, ohne Zweifel, weil er leichter nach der Seite entweichen konnte. Ich verdanke diese Details der Beobachtung in der Natur Herrn Karl Radio, k. k. Berggeschwornen in Przibram. Bei einem Stücke in dem k. k. montanistischen Museum, demselben erst kürzlich von Herrn Hofrath M. Layer übergeben, ist die Richtung der Gestalten auf einem einzigen Stücke nebeneinander gerade entgegengesetzt.

105. Gestaltloses Erscheinen.

Mineralien, die sich gegenseitig begrenzen, ohne von einer oder der andern Seite regelmässige Formen vollständig oder in Spuren zu zeigen, erscheinen derb. Das Derbe muss, wie Mohs*) dargethan, als Erscheinen freier Bildung angesehen werden, indem die derbe Masse und ihre Umgebung unzweifelhaft gleichzeitiger Entstehung sind. Der eingewachsene Krystall §. 90 nimmt seine Gestalt dadurch an, dass die demselben eigenthümliche Krystallisationskraft hinreichte, um die der umgebenden Masse zu überwinden. Manche Granite umschliessen nicht krystallisirte Varietäten von Steinmark; die Dolomite sogar leere Drusenräume. Hier war das Verhältniss der Krystallisationskraft umgekehrt. Bei dem Vorkommen des Derben findet Gleichheit statt, z. B. derber Kupferkies mit derbem Spatheisenstein und derbem Kalkstein.

Kleine derbe Massen bilden das Eingesprengte, das noch der Grösse nach näher bestimmt werden kann.

Derbes und Eingesprengtes zeigt keine äussere Form, doch kann es Theilbarkeit, überhaupt den Charakter der Individualität an sich tragen. An dem Amorphen ist diess niemals der Fall, welches gleichfalls in den Verhältnissen des derben und eingesprengten erscheint.

*) Leichtfassliche Anfangsgründe. I. Theil p. 268.

106. Struktur der zusammengesetzten Mineralien.

Die zusammengesetzten Mineralien bestehen aus den einfachen oder aus wahren Individuen, welche sich bei ihrer Entstehung gegenseitig gehindert haben, die ihnen eigenthümliche Gestalt vollständig oder doch theilweise anzunehmen. Die Struktur oder das Gefüge zusammengesetzter Mineralien ist das Verhältniss des Zusammentretens dieser Individuen, welche selbst Zusammensetzungsstücke genannt werden. Werner nannte nach gerade entgegengesetzten Ansichten dieses Verhältniss Absonderung, indem die Individuen, nach ihm Absonderungsstücke, von einander getrennt erschienen. Die von Mohs gewählten Ausdrücke sind für sich schon genügend, das wirklich Stattfindende anzudeuten, beziehen sich aber nur auf einfache Mineralien, nämlich die Individuen selbst. Die Zusammensetzungsstücke berühren sich in Zusammensetzungsflächen, die gewöhnlich unregelmässig gestreift erscheinen und mehr und weniger leicht zu erhalten sind.

Die Zusammensetzungsstücke werden nach Länge, Breite und Dicke in körnige, stenglige und schalige unterschieden. Sie kommen von sehr verschiedener Grösse vor, und sind mehr oder weniger fest mit einander verwachsen. Die Zusammensetzungsstücke theilbarer Mineralien sind am leichtesten an der Unterbrechung der Theilungsflächen zu erkennen.

Die körnigen Zusammensetzungsstücke haben die drei Abmessungen der Länge, Breite und Dicke ziemlich gleich. Sie kommen von verschiedener Grösse am Kalksteine, unter andern an den verschiedenen Marmorsorten, am Bleiglanz u. s. w. vor. Diese sind gewöhnlich fest mit einander verwachsen. Die kleinkörnigen Zusammensetzungsstücke des Kokkoliths von Arendal, einer Varietät des Augits, einige grüne Granate trennen sich sehr leicht in ihren Zusammensetzungsflächen. Körnige Zusammensetzung findet sich in der Natur am allerhäufigsten.

Die stengligen Zusammensetzungsstücke sind in einer Richtung mehr ausgedehnt oder verlängert als in beiden andern. Die Individuen liegen entweder parallel neben einander, wie an dem Topas von Altenberg und Zinnwald, am Aragon

und Gyps, oder sie divergiren von einem Mittelpunkte, wie bei den Individuen des Kalkspathes in tropfsteinartiger Gestalt. Letzteres ist gewöhnlich der Fall, wie sich aus den häufigen Beispielen an diesen und andern tropfsteinartigen Gestalten, an den nierförmigen der Glasköpfe und Chalcedone u. s. w. zeigt.

Die seltensten, nämlich die schaligen Zusammensetzungsstücke sind in zwei Richtungen mehr ausgedehnt als in einer dritten. Man findet sie am Kalkspath, genannt Schieferspath, und zwar hier durch die Form der Individuen bedingt, da die Zusammensetzungsflächen der Krystallfläche senkrecht auf die Axe der Rhomboeder entsprechen, am Baryt, am Apophyllit, am Eisenglanz.

Man beschreibt nach der Grösse grob-, gross-, klein- und feinkörnige, dick- und dünnstenglige; dick- und dünnschalige Zusammensetzungsstücke. Die stengligen werden gleichlaufend und auseinanderlaufend genannt, bei den schaligen wird nur das Geradschalige betrachtet.

Individuen, schon in einer Art der Zusammensetzung verbunden, sind wieder auf eine zweite oder dritte Art zusammengefügt. Daraus entsteht die mehrfache Zusammensetzung, welche unsere besondere Aufmerksamkeit verdient, indem nicht selten sich Schlüsse auf die Bildungsart derselben, im Kleinen und Grossen an dieselben anknüpfen lassen. Die wichtigsten derselben sind: 1) die doppeltkörnige oder miemitische; 2) die glaskopfartige oder hämatitische; 3) die roogensteinartige oder oolithische Zusammensetzung.

Bei der doppeltkörnigen Zusammensetzung erscheinen leicht trennbare, eckig körnige Zusammensetzungsstücke, die im Innern aus kleinkörnigen Individuen zusammengesetzt sind. Im Grossen, wo die ersten Zusammensetzungsstücke über Zollgrösse besitzen, zeigt diess Verhältniss der sogenannte Miemit, eine Varietät des Dolomites von Rakowacz in Syrmien, der auf unregelmässigen Gangtrümmern in Serpentin vorkommt. Es scheint wünschenswerth, die Struktur selbst durch ein Beiwort lieber als durch die Definition zu bezeichnen, und dafür dürfte miemitisch nicht unpassend befunden werden. Diese Struktur, in etwas

kleinerem Massstabe, kommt an der nämlichen Species auf Gangtrümmern im Basalte des Jenczowitzer Berges unweit Melnik in Böhmen vor, auch an dem Kalkstein des Hilariberges bei Brixlegg in Tyrol. Hier sind die ersten eckigen polyederähnlichen Zusammensetzungsstücke so locker verbunden, dass sie beim Daraufschlagen wie Sand auseinanderfallen.

Die Glaskopfstruktur zeigen kuglige, nierförmige, traubige, tropfsteinartige Gestalten, welche ihrer Oberfläche entsprechend, aus gekrümmten Schalen bestehen, die selbst wieder stenglig zusammengesetzt sind. Die Richtung der einzelnen zarten Individuen steht senkrecht auf den Schalen und divergirt aus dem Mittelpunkte der Kugeln, aus welchen die nachahmende Gestalt besteht. Die erste Zusammensetzung ist also stenglig, die zweite der Oberfläche parallel krummschalig, die dritte, nämlich der ursprünglich aufgewachsenen Kugeln gegen einander körnig. Die krummschaligen Stücke trennen sich manchmal leicht in glatten Flächen, wie an manchem rothem Glasköpfe, oft sind sie fest verwachsen und unterscheiden sich in der Farbe, wie an dem krummschaligen Baryt von Neuleiningen, oder am Chalzedon. Die körnigen Zusammensetzungsstücke zwischen den aufgewachsenen Kugeln des rhomboedrischen Eisenerzes Mohs, genannt rother Glaskopf, von Platten in Böhmen, trennen sich oft in ziemlich glatten und glänzenden Zusammensetzungsflächen, gewöhnlich aber sind die Theile in diesen Flächen gleichfalls fest verwachsen.

Was für aufgewachsene Kugeln die Glaskopfstruktur, das ist, für eingewachsen gebildete, die oolithische oder Roogensteinstruktur. Die aus dem Mittelpunkte wie Radien auslaufende Individuen bilden Kugeln. Um die Oberfläche legen sich stets neue Schalen, oft mit glatten Flächen an, endlich verbinden sich die Kugeln in einer körnigen Zusammensetzung. Stenglige Zusammensetzung beginnt, krummschalige folgt, körnige vollendet das Gefüge. An dem bekannten Karlsbader Erbsenstein, einer Varietät von Aragon, lässt sich die Bildung augenscheinlich verfolgen. Die einzelnen, oft vollkommen kugelförmigen, aber auch zuweilen eckigen Körner enthalten gewöhnlich ein Sandkorn, manchmal vom Granit. Der Sand wird von der

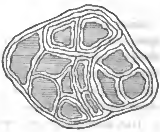
heissen aufsprudelnden Quelle schwebend und in Bewegung erhalten, bis er durch den nach und nach erfolgenden Ueberzug zu schwer zu Boden sinkt, und in der neu gebildeten Kugelgestalt durch die noch immerfort statt findenden gleichen Verhältnisse des Absatzes von kalkiger Materie zusammengebacken ein festes Ganzes bildet.

An den verschiedenen Arten von Roogenstein nimmt man dieselbe Zusammensetzung wahr, wir dürfen daher wohl auch auf einige Analogie in der Bildung schliessen. Die in Kugeln krystallinisch sich ausschneidenden Theilchen waren in Bewegung gegen einander, bis sie als Sedimente ihre feste rundkörnige Gestalt annahmen.

Der Glaskopfbildung des Rotheisensteins entspricht in den Gebirgsmassen insbesondere der linsenförmig körnige Rotheisenstein des mittleren westlichen Böhmens. Die einzelnen Kugeln haben oft eine beträchtliche Grösse von zwei Zoll und darüber, sind aber meistens kleiner und immer flach gedrückt, so dass sie am Ende in ihrer körnigen Zusammensetzung linsenförmig erscheinen.

Der Oolithbildung krystallinischer Mineralien analog erscheinen auch amorphe, nur mit dem Unterschiede, dass sich kein Individuum dabei wahrnehmen lässt. Die amorphen Kugeln sind von amorphen Schalen überzogen, diese dann wieder als Körner genähert. Diess ist das Perlsteingefüge. Ein Korn, geschmolzen, amorph, häufig von Obsidian, ist mit einer glasigen Schale überzogen, diese von einer neuen u. s. w. Mehrere Kugeln dieser Art sind auch wohl wieder eingewickelt, und bilden endlich den nach der Aehnlichkeit mit Perlen sogenannten Perlit oder Perlstein. Die Fig. 461 stellt den Durchschnitt dar. Man darf wohl auch hier die Schlüsse der Bildung verfolgen und annehmen, dass das Festwerden der Kerne den Anfang der Bildung bedingte, aber nach der Natur der Materie eine weniger allmählige, sondern eine schnelle, gewaltsame Abkühlung, wohl durch die Wirkung des Wassers auf die geschmolzene Masse hervorgebracht.

Fig. 461.



In einem sehr grossen Massstabe nimmt man eine ähnliche mehrfache Zusammensetzung an den grossen Ablagerungen von Steinsalz, z. B. in Cheshire in England wahr. Die durchaus körnigen Schalen unterscheiden sich durch ihre mehr und weniger röthliche Farbe.

107. Bruch.

Theilbarkeit und Bruch der Individuen lassen sich auch in den Zusammensetzungen noch so lange aufsuchen und erkennen, als diese nicht zu klein werden, und sich dann der Beobachtung entziehen. Vorzüglich an der Beobachtung der Theilbarkeit erkennt man auch überhaupt den einfachen oder zusammengesetzten Zustand der Mineralkörper. Wenn man die Individuen nicht mehr von einander unterscheiden kann, so tritt derjenige Zustand ein, welchen Mohs die verschwindende Zusammensetzung nannte, und welche man auch wohl durch das Beiwort dicht ausdrückt. Sie ist von dem amorphen gänzlich verschieden, bei welchem an und für sich keine Spur von krystallinischer Struktur zu beobachten ist. Verschwindende Zusammensetzung zeigt dichter Kalkstein, dichter Fluss, Hornstein, Feuerstein, Bleischweif, eine dichte Varietät des Bleiglanzes. Die Grade des Glanzes, der Durchsichtigkeit sind bei den Varietäten krystallinischer Species von verschwindend kleinen Individuen, viel geringer als bei ähnlichen amorphen Mineralien, wie beim Opal, Obsidian und anderen. Während die letzteren übrigens in ihrem Ansehen weniger Verschiedenheit wahrnehmen lassen, erscheinen bei unmittelbar an die ersteren anschliessenden Varietäten die Individuen nach und nach grösser, erkennbar und endlich mit allen Eigenschaften der Bestimmbarkeit ausgestattet.

Je weniger die Flächen der Theilbarkeit oder der Zusammensetzung noch zu entdecken sind, desto leichter erhält man eigentliche Bruchflächen. Die deutlichen Spuren jener sind in stenglig zusammengesetzten Individuen in dem strahligen Bruche sichtbar, der bei geringerer Dicke derselben sich in den fasrigen Bruch verläuft. Diese Verhältnisse gehören also eigentlich der Theilbarkeit und Zusammensetzung an. Von dem Bruche, der bei Mineralien vorkommt, an welchen man die Zusammensetzung nicht mehr wahrnehmen kann, unterscheidet man folgende Arten:

1. Den *muschligen* Bruch, ähnlich dem bei den einfachen Mineralien §. 92. Man hat nach der grösseren oder geringeren Aehnlichkeit mit dem Innern gewisser Muschelschalen den *vollkommen-* und *unvollkommen-*, den *gross-* und *klein-*, den *flach-* und *tiefmuschligen* Bruch. Die Beispiele sind am Feuerstein, Hornstein, beides Varietäten von Quarz, am Opal und am Obsidian leicht aufzufinden.

2. Der *unebene* Bruch §. 92 von *grobem*, *kleinem* und *feinem* Korne, von sehr häufigem Vorkommen, an manchem Kalkstein, Quarz, Schwefelkies, Kupfernickel u. s. w.

3. Der *ebene* Bruch. Ziemlich selten. Stellen eines unebenen Bruches von höchst feinem Korne zwischen dem unebenen Bruche von gröberem Korne vertheilt; am Bleischweif, Chalcedon.

4. Der *splittrige* Bruch. Dem unebenen am nächsten verwandt, doch nur an nicht vollkommen undurchsichtigen Mineralien vorkommend. Es ziehen sich auf der Bruchfläche dünne Splitter los, welche etwas Licht durchfallen lassen. Muschlige oder andere Arten von Bruchflächen können im Kleinen splittrig seyn, welches bei Beschreibungen gleichfalls angedeutet wird. Ausgezeichnet am Anhydrit, manchem Hornstein, u. s. w.

5. Der *hakige* Bruch findet sich nur bei den dehnbaren Metallen, und ist mehr ein Zerreissen, als ein Zerbrechen.

6. Der *schiefrige* Bruch muss hier genannt werden, wenn auch sein Vorkommen auf gemengte Mineralien beschränkt ist, dergleichen die krystallinisch nicht ausgebildeten Schieferarten sind. Die schiefrigen Massen zerbrechen leichter in einer Richtung als in allen anderen sie durchkreuzenden. Der schiefrige Bruch ist einer unvollkommenen Theilbarkeit entfernt ähnlich, wie am Thonschiefer.

7. Der *erdige* Bruch, ein unebener Bruch, der an undurchsichtigen, glanzlosen Massen von lockerem Gefüge statt findet. Kreide, Bergmilch, Tripel sind Beispiele.

Die *Bruchstücke*, welche man durch das Zerschlagen erhält, wenn die Stücke um und um von Bruchflächen begrenzt sind, zeigen gar keine Regelmässigkeit. Sie sind mehr oder weniger *scharfkantig* oder *stumpfkantig*. Der schiefrige Bruch

gibt scheibenförmige oder splitterförmige Bruchstücke. Die letzten erscheinen auch wohl bei der Glaskopfstruktur, z. B. am Rotheisensteine. Als naturhistorische Charaktere zur Unterscheidung der wahren Mineralspecies sind alle diese Bestimmungen und Unterschiede von geringem Werthe, da sie sich nicht auf das Individuum beziehen, doch bietet ihre schematisirte ausführliche Angabe oft ein deutliches Bild von solchen Massen, die ohne specifische Selbstständigkeit, doch durch ihre technische Anwendung im Leben wichtig sind.

Bruchstücke endlich, welche durch gegenseitiges Abschleifen ihrer scharfen Ecken und Kanten aneinander eine rundliche Gestalt angenommen haben, werden Geschiebe genannt. Es gibt Geschiebe von Krystallen, die an den Kanten abgerundet sind, von andern einfachen, von zusammengesetzten, ebenso auch von gemengten Mineralien. Das Verhältniss ist rein zufällig. Selten sind die Geschiebe kugelrund, häufiger eyförmig, gewöhnlich flach oder dreieckig abgerundet.

Bruchstücke von Mineralien sind es, die wir in unseren Sammlungen nebst den Individuen aufbewahren, sey es von einfachen, sey es von zusammengesetzten, oder selbst von gemengten, an welchen die interessanten Erscheinungen wahrzunehmen sind, um deren Willen man sammelt.

Der Gebrauch hat nebst einer ziemlich gleichen Grösse längst für eine platte, länglich viereckige Gestalt der Stücke entschieden, unter welchen uns die Wahl bleibt; diess ist das Format der Stufen oder Exemplare, welches man zu erreichen sucht, wenn auch nicht so ängstlich, dass diese, wie Mohs zu sagen pflegte, Mauersteinen ähnlich werden.

Das Wichtigste beim Formatisiren ist ein frischer, lehrreicher Bruch, der als breite Oberfläche des Stücks zu oberst liegt, dann eine entgegengesetzte Lage oder Unterfläche, endlich die vier Seiten. Wo möglich, werden sie alle durch rasche Hammerschläge erzielt, erstere häufig mit einem grössern, zuweilen durch Anwendung eines Meissels, der ein Stück in zwei zu theilen gebraucht wird. Kleine Hämmer, mit welchen man rasch zuschlägt, dienen zur letzten Ertheilung der Gestalt. Man hat Hämmer von mancherlei Form, vierseitig prismatische, keilför-

mige mit der Länge und der Quere nach stehenden Kante. Im Allgemeinen sey die Bahn nicht zu gross, die Schärfe nicht zu lang, und die Kanten hinlänglich scharf und gehörig gehärtet, so dass sie sich weder breit schlagen, noch abspringen. Zum Schlagen hält man das Stück in der linken durch einen Handschuh wohlverwahrten Hand oder auf weicher Unterlage auf dem Schoosse, letzteres vorzüglich zur Anwendung des Meissels. Kleine Ecken lassen sich oft zweckmässig durch Zangen abkneipen. Endlich muss bei werthvollen, zarten Stücken der Steinschneider zu Hülfe genommen werden.

III. DIE GESTÖRTE BILDUNG.

108. Verschiedene Arten der gestörten Bildung.

Wenn zusammengesetzte Mineralien in einem von andern Materien theilweise oder gänzlich erfüllten Raume sich bilden, so nimmt das Produkt die Gestalt dieses Raumes an, so weit diess von seiner eigenen Krystallisationskraft und der Art des Hindernisses abhängt, das ihrer freien Bildung entgegen steht.

Die Räume, in welchen sich Formen gestörter Bildung erzeugen, sind durch die Krystallisation anderer Mineralien bestimmt, welche nicht mehr existiren, durch individualisirte unorganische Naturprodukte, oder sie hängen ursprünglich von animalischer oder vegetabilischer Bildung ab, endlich sind sie ganz unregelmässig, wie Gebirgs- und Gesteinspalten und Blasenräume.

109. Pseudomorphosen.

Man findet häufig Krystalle von einer Art von Mineralien, welche mit Krystallen von einer andern Art besetzt, auch wohl von einer Rinde der letztern überzogen sind. In dem letzteren Falle war der frühere fremdartige Krystall die Unterlage einer wahren Krystalldruse der später gebildeten. Man nennt ein solches Vorkommen einen Ueberzug. Es gibt Flusskrystalle mit Quarz überzogen, Kalkspathkrystalle mit Braunspath überzogen, und andere.

Die Veranlassung zur Bildung der zwei verschiedenen Arten von Krystallen ist nicht nothwendig die nämliche, im Gegentheile

sind wir berechtigt anzunehmen, dass die Verhältnisse in den beiden Perioden verschieden gewesen seyen, und es ist daher auch wohl begreiflich, dass während oder nach der Bildung des Ueberzuges eben durch diese Veränderung äusserer Einflüsse die zuerst gebildeten Krystalle wieder aufgelöst worden und gänzlich verschwanden. War die neuentstandene Rinde sehr dünn, so zeigt sie eine rauhe aus Krystallspitzen gebildete Oberfläche, im Innern den Abdruck der Flächen und der verschwundenen Krystallform selbst, welche man auch äusserlich noch wahrnimmt. Es bleibt eine Art leeres Gehäuse von der Form des verschwundenen Krystalls zurück. Man hat diese Krystallrinden, obwohl uneigentlich zu den Pseudomorphosen gezählt; doch verdienen sie in Bezug auf die Mineralien, aus welchen sie bestehen, und diejenigen, deren Formen sie zeigen, die nämliche Aufmerksamkeit, wie die eigentlichen Pseudomorphosen. Diese sind innerhalb des Krystallraumes der verschwundenen Spezies gebildet und während des Zerstörungsprozesses entstanden.

Werden die Krystallrinden nach und nach sehr dick, und verschwinden die ursprünglichen überzogenen Krystalle, so nimmt man noch die Eindrücke derselben wahr, so die Eindrücke von Schwerspath in Braunspath von Przibram, die von Kalkspath in Quarz oder Braunspath von Schemnitz und andere. Waren die verschwundenen Krystalle, welche die Eindrücke zurückliessen, sehr dünn tafelartig, so ensteht auf diese Weise das Zellige, und insbesondere das Geradzellige am Quarz.

Die sogenannte ästige Gestalt des Meteoreisens aus Sibirien wird durch Eindrücke von Chrysolith-Krystallen in der Metallmasse hervorgebracht.

Die Eindrücke durch ein neugebildetes Mineral ausgefüllt, und dann die Rinde wieder aufgelöst und hinweggeführt, ist wohl noch niemals beobachtet worden. Diese ältere Ansicht und Erklärung der Pseudomorphosen durch Ausfüllung verdient daher nicht länger beibehalten zu werden. Man hatte die Pseudomorphosen überhaupt zum Unterschiede von den wirklichen oder echten auch wohl Afterkrystalle genannt.

Pseudomorphosen zeigen die Gestalt eines Minerals, die Masse eines andern. Das Gefüge der Masse beweist, dass es

ein zusammengesetztes ist, wenigstens, dass es nicht mit der äusseren Form in irgend einem krystallographischen Zusammenhange sich befindet. Sehr oft enthält das Innere kleine Höhlungen, in welchen nierförmige und andere nachahmende Gestalten, oder gar die Krystallspitzen des neugebildeten Minerals sichtbar sind; die Oberfläche erscheint als die Begrenzungsfläche, auf welcher von innen heraus die Individuen desselben abgesetzt wurden. Sie zeigt oft ein eigenthümlich damastartiges Ansehen, ähnlich den gefrornen Fensterscheiben.

Die Verhältnisse der chemischen Zusammensetzung der ursprünglichen und der nachgebildeten Mineralien verdienen alle Beachtung. Quarz in den Formen von Kalkspath, Gyps, Fluss, Stilbit, Datholith scheint in gar keiner Beziehung zu diesen Mineralien zu stehen, während Kalkspath in Aragonformen, Malachit nach Kupferlasur, Brauneisenstein nach Spatheisenstein oder Schwefelkies sehr nahe chemische Beziehungen darstellen. Durch die letztere wirklich sehr genäherte wurde Haüy bestimmt, den ganzen Prozess der Bildung von Pseudomorphosen als eine eigene Art von Epigenese oder Nachbildung zu betrachten, und er gab ihr daher den Namen der Epigenien. Breithaupt nennt sie metamorphosische Krystalle, Naumann betrachtet sie ebenfalls sehr anpassend als Metasomatosen, Veränderungen des Körpers. Auch der Ausdruck parasitische Bildungen deutet auf die Verhältnisse, welche zwischen den zwei Arten von Mineralien stattfinden. Linné nannte aufgewachsene Krystalle Parasiten.

Bei einigen Pseudomorphosen wird das Mischungsverhältniss von dem ursprünglichen zum neugebildeten Minerale gar nicht geändert, einige nehmen einen neuen Stoff auf oder verlieren einen, den sie früher enthielten, oder es findet auch beides statt, sie werden zum Theil oder auch wohl gänzlich durch neue Körper ersetzt. Im Allgemeinen kann man annehmen, dass die ursprünglich gebildeten Krystalle sich später einem Strome ausgesetzt befanden, von einer solchen Beschaffenheit, dass er die Zerstörung derselben bewirkte, gewisse Bestandtheile hinwegnahm, so dass der Rest in der Form, gleichsam auf einem Filtro unaufgelöst zurückblieb, oder andere mit sich führte, welche der

ursprüngliche Krystall aus der Auflösung fällte, und die mit demselben oder statt demselben unauflöslich zurückblieben. Die Betrachtung der Pseudomorphosen gewinnt ein bedeutendes Interesse, wenn man die Verhältnisse des chemischen Bestandes der zwei Mineralien, des früher gebildeten und verschwundenen, welches man aus der zurückgebliebenen Form erkennt, und des nun noch zu beobachtenden, aus einem allgemeinen höheren Gesichtspunkte mit einander vergleicht. Die zwei Mischungen bilden bestimmte Punkte in einer elektrochemischen Reihe, aus welchen es möglich wird abzuleiten, ob die Veränderung oxydirend oder reducirend, ob sie elektronegativ oder elektropositiv war.

Der Einfluss des Oxygens der Atmosphäre bringt im Allgemeinen oxydirte oder in elektronegativer Richtung fortschreitende Pseudomorphosen näher der Oberfläche, der Mangel desselben reducirte oder in elektronegativer Richtung fortschreitende in grösserer Tiefe hervor. Von dieser entgegengesetzten geognostischen Stellung sind die Ausdrücke anogen und katogen, von ἄνω hinauf und κάτω hinab abgeleitet, welche alle wünschenswerthen Beziehungen auszudrücken scheinen, indem sie nebst diesen Verhältnissen auch auf den verschiedenen Grad der Pressung, endlich auf den galvanischen Gegensatz der Pole einer Säule hindeuten, in welcher diese beiden griechischen Stammsylben in Anode, dem Zinkpole, an dem sich der Sauerstoff entwickelt und Kathode, dem Kupferpole, an dem sich der Wasserstoff entwikkelt, enthalten sind.

Man kann dem zu Folge die Pseudomorphosen in zwei grossen Abtheilungen betrachten, den anogenen, welche den Fortschritt der Oxydation gegen die Oberfläche, und den katogenen, welche den Fortschritt der Reduktion gegen die Tiefe zu darstellen. Epigenien, Metamorphosen, Metasomatosen, Parasiten sind sie beide, aber in zwei einander entgegengesetzt strebenden Richtungen.

Einige Beispiele sollen die Fälle des Vorkommens erläutern.

110. ANOGENE PSEUDOMORPHOSEN.

1. **Quarz** nach **Kalkspath**. Der gelblichgraue Hornstein von Schneeberg in Sachsen in der Form der Kombination $\frac{1}{2}R'. \infty R$.

Die Oberfläche der früher da gewesenen Krystalle ist mit einem dünnen, nierförmigen Häutchen überzogen, aber auch das Innere vollständig durch das neue Mineral ersetzt. Zuweilen zeigt ein dunkler Streif im Querbruche genau die Oberfläche der frühern Krystalle. Die Kieselerde $\dddot{Si}$ ist elektronegativ gegen den kohlensauren Kalk $\dot{Ca}\ddot{C}$.

Krystallisirter Quarz als Ueberzug und im Innern von Kalkspathgestalten, woselbst vollkommene Drusen entstehen, kommt in England bei Bristol vor. Die beiden Schichten, die äussern und innern, sind durch eine Lage von Eisenoxydhydrat gesondert, welche die Oberfläche der ursprünglichen Kalkspathkrystalle bezeichnet und können leicht in dieser Richtung getrennt werden.

Beeralston in Devonshire liefert Hornsteinoktaeder nach Fluss. Tresztyia bei Kapnik in Siebenbürgen ist berühmt für seine schönen blauen Chalcedone in der Gestalt von Flusshexaedern.

Bei Johanngeorgenstadt in Sachsen kommen ursprünglich von Fluss herstammende Hexaedergestalten vor, die an der Oberfläche mit einer Rinde von faserigem Rotheisenstein bedeckt, im Innern die Ausfüllung durch eine Quarzdruse zeigen.

2. **Brauneisenstein** findet sich in der Gestalt von **Spatheisenstein**, von den beiden Eisenkiesen, dem **Pyrit** und **Markasit**, das elektronegativere Eisenoxydhydrat, statt des positiveren Eisenoxydulkarbonats und den Sulfureten.

3. **Malachit**, von vielen Orten, aber höchst ausgezeichnet der von Chessy in Frankreich, nimmt die Stelle früherer **Kupferlasur**krystalle ein. Die Oberfläche wird zuletzt zerstört und zeigt noch lange den ursprünglichen Glanz und die unveränderte Stellung, während von den Unterstützungspunkten aus schon längst das Innere zu einem Gewebe von Malachitfasern geworden ist. Ohne Zweifel war die Aussenseite trockener, so wie man oft Holz von innen heraus zerstört findet, während die Oberfläche noch unverändert ist. Die Kupferlasur verliert in dem Veränderungsprozesse zu Malachit ein Atom der elektropositiveren Kohlensäure gegen eines des elektronegativeren Wassers. Die Mischung $2\dot{Cu}\ddot{C} + \dot{Cu}\dot{\bar{H}}$ wird zu $\dot{Cu}^{2}\ddot{C} + \dot{\bar{H}}$.

4. Eine der merkwürdigsten und zwar eine nicht ganz seltene Anogenie ist die von Kalkspath nach Aragon. Kohlensaurer Kalk ist ein dimorpher Körper, daher nur die Verhältnisse des Vorkommens in der Natur Anleitung geben können, diesen Fall aus dem richtigen Gesichtspunkte zu betrachten. Bei Schlackenwerth in Böhmen findet man Baumstämme in Basalttuf, die erst gänzlich von Aragon erfüllt worden waren, dessen Krystalle aus Mittelpunkten divergirend von der Oberfläche gegen das Innere sich verlängerten. Bricht man sie entzwei, so nimmt man nicht den kleinmuschligen Bruch des Aragons, sondern die drei Rhomboeder-Theilungsflächen des Kalkspathes wahr; auch erscheint schon die Oberfläche der grössern sechsseitigen Aragonprismen damastartig gezeichnet, ein häufiges Kennzeichen der Pseudomorphosen-Oberfläche.

111. Katogene Pseudomorphosen.

1. Gyps und Anhydrit nach Steinsalz. Diess ist eine der einfachsten Katogenien. Steinsalz im Thon, ursprünglich in Hexaederform krystallisirt, erscheint durch den fortgesetzten Druck, während der Veränderung des Thons zu Mergel, nur mehr in verschiedentlich verdrückten parallelepipedischen Stücken, deren Flächen vertieft, die Kanten gratförmig erhaben sind. Ganz ähnliche Formen finden sich zu Gössling an der Ips in Oesterreich von Gyps erfüllt, und zwar merkwürdig genug oft nur von einem einzigen theilbaren durchsichtigen Individuo, häufig von zweien, nur die grossen von einem bis zwei Zoll Durchmesser von mehreren und dann in körniger Zusammensetzung.

Anhydrit kommt in einem festeren Mergel, in körniger Zusammensetzung die Räume ehemaliger Steinsalzhexaeder erfüllend, zu Hall in Tirol vor. Diese beiden Pseudomorphosen finden an eingewachsenen Krystallen statt.

Die weniger löslichen und wasserlosen Salze stehen gegen das lösliche Chlorid in elektropositiver Beziehung.

2. Die Formen der wasserhaltigen Kuphonspathe, des Analzims, Laumonits, Natroliths zeigen entzweigebrochen die Masse des weniger wasserhaltigen Prehnits, der in den ihm so eigenthümlichen körnigschaligen Zusammensetzungen, die

durch die Zerstörung der früher dagewesenen Mineralien alle übrig gebliebenen Räume erfüllt. Die Pseudomorphosen nach Analzim in der Kilpatrikhills bei Glasgow und von Leonhard d. J. von Niederkirchen in Rheinbayern beschrieben, die des Laumonites und Mesotyps aus dem Fassathal.

3. Braunspath oder Dolomit, die zusammen nur eine Species ausmachen, erscheint häufig in Formen des Kalkspathes. Der Gang der Pseudomorphosenbildung ist folgender: Zuerst werden in paralleler Stellung auf der Oberfläche der Kalkspathkrystalle Dolomitkrystalle abgesetzt, welche die Gestalt des Rhomboeders $R = 106° 15'$ parallel der Theilbarkeit besitzen. Ist die Krystallrinde vollendet, so wird der Kalkspath nach und nach aufgelöst. Ueberreste sind oft noch mit zerfressener Oberfläche im Innern wahrzunehmen, wie bei den Varietäten von Joachimsthal in dem k. k. montanistischen Museo. Zuweilen bleibt die innere Oberfläche der Krystallrinde glatt, oft aber setzen sich später auch auf dieser Dolomitkrystalle ab, so dass beim Zerbrechen wahre Drusen beobachtet werden, wie bei dem Schemnitzer Braunspath. Oft ist der genaue Umriss des ursprünglichen Krystalls in dem Querbruche durch eine dunklere Linie zu entdecken. Diess ist eine Pseudomorphose an aufgewachsenen Krystallen.

Die in elektropositiver Richtung fortschreitende Bildung ist vorzüglich an der gleichzeitigen Bildung und Ablagerung von Schwefelmetallen zu erkennen, da der kohlensaure Kalk $\dot{Ca}\ddot{C}$, und die Verbindung gleicher Atome von kohlensaurem Kalke und kohlensaurer Magnesia $\dot{Ca}\ddot{C} + \dot{Mg}\ddot{C}$ keine so klaren elektrochemischen Gegensätze darstellt, obwohl eben aus dem Vorkommen geschlossen werden kann, dass letzteres bestimmt positiv gegen ersteres ist.

4. In mancher Beziehung der vorigen Pseudomorphose analog, ist die von Gustav Rose beobachtete und erklärte Bildung des Uralits. Eingewachsene Krystallformen zeigen die Gestalt des Augits, oft auch noch einen Kern desselben. Die äusserste Schicht gegen die Oberfläche zu besitzt die Theilbarkeit vollkommen nach zwei Flächen eines Prismas, die sich unter 124° 30'

schneiden, und auch alle übrigen Eigenschaften des Amphibols. Die Mischung unterscheidet sich bei diesen zwei grösstentheils aus Bisilikaten bestehenden Mineralien ohnedem nur wenig. Nur enthält Augit etwas mehr Kalkerde, Amphibol etwas Magnesia.

5. Ein höchst wichtiges Vorkommen von pseudomorpher Bildung ist das von Kaolin nach Feldspath. Man beobachtet die unzweifelhafte Form des letzteren an gänzlich unkrystallinischen, erdigen, undurchsichtigen Massen von weisser Farbe, welche schon dem blossen Anblick nach keinen Zweifel darüber lassen, dass sie früher Feldspath gewesen sind. Kaolin enthält zwar Wasser, doch fehlt eine grosse Menge des electronegativsten Stoffes im Feldspath, der Kieselerde. Auch beweist die katogene Bildung der in Kugeln ausgeschiedene Schwefelkies, so wie bei sehr vielen ähnlichen, wie man es nennt, aufgelösten oder verwitterten Massen, die durch das Ganze hindurch zerstreuten Schwefelkieskrystalle.

6. Speckstein, nach Quarz gebildet, charakteristisch und unzweifelhaft, kommt bei Göpfersgrün in Bayreuth vor. Die zu Speckstein gewordenen Quarzkrystalle sind wieder von einem ganz der Ersatzmasse ähnlichen Speckstein umgeben. Speckstein, ein Silikat von Magnesia, ist gewiss electropositiv gegen die reine Kieselsäure.

Wenn wir überhaupt die Bildung harter krystallisirter Körper, wie Feldspath und Quarz nur in elektropositivem Fortschritt, oder katogen zu finden gewohnt sind, hier aber, bei der Kaolin- und Steatitbildung wieder unzweifelhafte Katogenie wahrnehmen, so können wir allerdings annehmen, dass die schon gebildeten Körper selbst, unter Umständen eine neue Veränderung in derselben Richtung, eine Anakatogenie gestatten.

7. Auch unter Sulfureten gegeneinander findet pseudomorphe Bildung statt. Bei den bekannten, von den Schwefelkiesen Pyrit und Markasit nach Sprödglaserz, zum Theil in mehrere Zoll grossen sechsseitigen Prismen und quarzoidähnlichen Gestalten mit der Endfläche, die aus leicht erkennbaren Individuen der Eisensulfurete bestehen, erscheint der katogene Fortschritt deutlich, indem das elektronegativere Antimon und Silber anstatt des positiveren Eisens ausgetreten ist.

8. Die in der Natur vorkommenden Manganoxyde, die Spezies des Hausmannits $\dot{Mn}\dddot{\bar{M}n}$, Braunits $\dddot{\bar{M}n}$, Pyrolusits $\ddot{Mn}$, und die gewässerte des Manganits, $\dddot{\bar{M}n}\dot{\bar{H}}$, kommen in mancherlei höchst lehrreichen, theils anogenen, theils katogenen Pseudomorphosen, theils in den Gestalten der Uebrigen, theils nach andern Spezies, vornehmlich Kalkspath vor.

Zu den katogenen Pseudomorphosen dieser Art glaube ich nach den wenigen Stücken, welche ich zu vergleichen Gelegenheit hatte, den von BREITHAUPT *) neu bestimmten und beschriebenen Polianit von Platten zählen zu dürfen. Er zeigt die Form des Pyrolusits, nach der Analyse von PLATTNER auch die Mischung desselben. Aber die Härte ist die des Braunits. Mikroskopisch kleine Braunitkrystalle sind auf der Oberfläche der ursprünglichen Pyrolusitkrystalle abgesetzt, und von dieser stets wie sammtartig aussehenden Hülle geht die Veränderung im Innern aus. Manchmal ist im Innern ein leerer Raum zurückgeblieben. Die ganze Masse ist aus Braunit und Pyrolusit gemengt, daher auch eben so wenig das Resultat der Analyse PLATTNERS, welcher die Bestandtheile des Letztern ziemlich rein vorfand, als die deutliche Härtereaktion des erstern besonders auffallen kann. Der Braunit nimmt die Aussenseite, der Pyrolusit das häufig noch sehr vorwaltende Innere der Krystalle ein.

112. VERSTEINERUNGEN.

Körper, welche dem Mineralreiche angehören, zeigen oft unzweifelhaft die Gestalt von organischen Körpern. Man unterscheidet gewöhnlich dreierlei Arten des Vorkommens derselben: 1. Steinkerne, Abdrücke oder Abgüsse, 2. Versteinerungen und 3. mineralisirte Körper.

1. Die Steinkerne zeigen das Innere der Schalen gewisser Thierklassen im Abgusse, wie der Conchiferen, Bivalven, Echiniden. Man hat bedeutend durchsichtige gelbliche Kalkspathkerne von Cerithien, Feuersteinkerne von Spatangen und Ananchiten und andere. Häufig bestehen Steinkerne aus dichtem Kalkstein. Bei den Ammoniten sind häufig die äussern Kammern von

*) POGGENDORFF. 1844, I. p. 187. Bd. LXI.

dichtem Kalkstein erfüllt, in den innern haben sich Kalkspathdrusen gebildet. Zuweilen liegt eine dünne Lage Schwefelkies im Innern, unmittelbar auf der Schale.

2. Bei den Versteinerungen drang die durch einen langsamen Vorgang erzeugte mineralische Materie in die feinsten Poren der festern Theile organischer Körper ein, und bewahrt nun, während die organische Materie selbst grösstentheils oder gänzlich verschwand, mit überraschender Treue oft die feinsten Details längst untergegangener Formen.

Holzstämme, in dem verschiedensten Zustande vegetabilischer Conservirung, frisch, im Wasser gelegen, als Geschiebe, als Moder, wurmstichig, angebrannt, sind durch Imprägnirung mit Kieselmaterie erhalten. Wir finden nun Hornstein, Feuerstein, beides Varietäten von Quarz, und Opal, welche die Jahrringe, Markstrahlen, Einzelnheiten aller Art vollkommen erhalten, darbieten. Bei den fossilen Koniferen von Baszarabasza in Siebenbürgen besteht manchmal der Kern eines Bruchstücks aus Quarz, das Aeussere aus Opal; ersterer graulich, letzterer gelblich von höher oxydirtem Eisen.

Holzstämme, von Aragon ausgefüllt, der später wieder zu Kalkspath wurde, finden sich bei Schlackenwerth in Böhmen. Die organische Struktur der Gefässe ist dabei gänzlich zu Grunde gegangen. Das Sündfluthholz von Joachimsthal aus einem Wakkengange, zeigt Holzstruktur und zugleich die Theilbarkeit der Kalkspathindividuen, die sich durch dasselbe hierdurch gebildet haben.

Spatheisenstein, die Jahrringe gut erhalten, bei Altsattel in Böhmen. Brauneisenstein mit vollkommen erhaltener Holzstruktur bei Budweis in Böhmen. Die Ablagerung von Botiza in der Marmaros bietet eine grosse Mannigfaltigkeit von Stämmen, Blättern, Früchten von Haselnuss, Tanne u. s. w. sämmtlich im Brauneisenstein.

Schwefelkies, die Holzstruktur zeigend, vorzüglich auf Holzkohle reduzirt, welche diese Struktur noch deutlich an sich trug, von Tannenberg bei Franzensbad in einem Braunkohlenlager.

Schon durch die Lebensthätigkeit der Thiere wird unorganische Materie, hauptsächlich kohlensaurer Kalk mit krystallinischer

Struktur als Kalkspath in den festen Theilen derselben ausgeschieden.

Die merkwürdigsten Versteinerungen in dieser Beziehung sind die Stacheln der Cidariten, welche bei vollkommen erhaltener organischer Aussengestalt durch und durch aus einem einzigen Individuo von Kalkspath bestehen, dessen Axe der Axe des Stachels parallel ist. Der Vorgang der Versteinerung war dieser, dass kohlensaurer Kalk in paralleler Stellung an die dünnen Säulchen dieses Minerals sich anlegte, welche schon während des Thierlebens in gleicher Stellung abgesetzt waren.

Die ganze Schale dieser Thierfamilie besteht aus einzelnen Schildern, deren jedes ein Kalkspathindividuum ist. Die Reihen der grösseren Schilder stehen paarweise. Man hat durch den Anwachs neuer Materie von innen zuweilen Gelegenheit die innere Höhlung von fünf Doppelreihen von rhomboedrischen Kalkspathkrystallspitzen höchst zierlich besetzt zu sehen, welche in gleichem Verhältniss der einzelnen Schilder an Grösse von der Mitte gegen die Enden der Reihen abnehmen.

Die Stengelglieder der Krinoideen bestehen jedes einzelne aus einem Kalkspathindividuo, dessen Axe parallel ist der Axe des Stengels, mögen diese rund oder fünfeckig seyn. Eine Theilungsfläche geht bei den letztern deutlich von einer horizontalen Kante aus. Eine Theilungsfläche bei dem nächsten Gliede oder Individuo hat nach HESSEL's Beobachtung die Lage einer benachbarten Seite des Fünfecks, so dass also die Individuen bei gleicher Axenstellung um 72° gegen einander gedreht erscheinen. Diess ist eine in organischer Beziehung regelmässige Lage, aber keine regelmässige Zusammensetzung oder Zwillingskrystallisation nach krystallographischen Grundsätzen. Fünfeckige und runde Stengel zeigen gleichmässig diese Aufeinanderfolge der Individuen. An einem Apiokrinitenstengel von Ernstbrunn Fig. 462 in dem k. k. montanistischen Museo ist der zentrale Kanal von dich-

Fig. 462.



tem sandigen Kalkstein erfüllt, die Glieder sind Kalkspath und besitzen die oben beschriebene Lage, wo sie von der Oberfläche und dem Kanal am entferntesten sind. Die dunkeln Stellen in der Figur, welche von der geschliffenen und sodann geätzten Fläche des Stengelfragments selbst abgedrückt ist, zeigen die Ausdehnung des Feuersteins, welcher von der Oberfläche und zunächst dem Kanale an die Stelle der organischen Substanz und der schon vorhandenen Kalkablagerungen getreten ist.

Die Belemniten bestehen aus Kalkspathindividuen, divergirend senkrecht auf eine Axe aufgesetzt. Bei Aptychus stehen die Fasern senkrecht auf der Oberfläche. Die Schalen von vielen dicken Muscheln, Austern, Inoceramen bestehen aus faserigen Individuen, die senkrecht gegen die Oberfläche liegen, die Schalen mancher andern, wie der Chama und Dizerasarten bestehen aus Kalkspath in körniger Zusammensetzung, so auch die Gehäuse der Tornatella gigantea u. s. w. Körnige Zusammensetzung beobachtet man auch in den Koralienversteinerungen, selbst wenn die organische Struktur noch erhalten ist.

Die Schalen der Bivalven und die Gehäuse der Conchiferen sind besonders in den neuern Schichten zuweilen nur wenig verändert, oder wie man es nennt, kalzinirt, weiss und mürbe, indem sie nur die organische Materie oft noch nicht einmal vollständig verloren haben. Manche Melanien, Cerithien, Neritinen zeigen sogar noch Spuren ihrer frühern Farbenzeichnung.

3. Mineralisirte Körper aus den organischen Reichen haben ihre Struktur, wenigstens in den ersten Stadien des Mineralisirens noch beibehalten, aber durch den Ausschluss des Sauerstoffs haben ihre organischen chemischen Bestandtheile bei dem Drucke, welchem sie ausgesetzt sind, neue Verbindungen eingegangen. Erst verschwinden die elektronegativsten Bestandtheile, Sauerstoff mit Wasserstoff als Wasser, und mit Kohlenstoff als Kohlensäure, dann folgt Wasserstoff mit Kohlenstoff als Kohlenwasserstoffgas, endlich bleibt nur mehr der reine Kohlenstoff übrig. Aus den vegetabilischen Produkten: Holz, Torf, Humus beginnend kann man ununterbrochene Reihen in verschiedenem Grade veränderter Körper bilden, durch die Braunkohle, die Kohle der Alpen oder die Lettenkohle, die Schwarzkohle, den

Anthrazit bis zum Graphit, indem man bei einer Reihe die Holzstruktur, bei der zweiten die schiefrige Torfstruktur, bei der dritten den erdigen Charakter des Humus wieder findet.

Aber auch verkohltes Holz verfolgt man von den neuen bis in die ältesten Kohlenschichten, und zwar zuerst als wirklich erkennbare Holz- oder überhaupt Pflanzenkohle in den Torfmooren und in den Braunkohlenlagern, hier aber zum Theil schon zerdrückt als Faserkohle. In dieser Gestalt weiter zwischen den Lagen von Schwarzkohle, wie so häufig in Böhmen, und endlich im Anthrazit, wovon das montanistische Museum Varietäten von der Christian-Gottfried-Grube bei Thannhausen im östlichen Waldenburger-Revier in Schlesien besitzt.

Auch aus dem Thierreiche treffen wir mineralisirte Reste, so die zu Schwarzkohle veränderten Fische aus dem mansfeldischen Kupferschiefer.

Während dieser Veränderung bilden sich Schwefelmetalle, vorzüglich Schwefelkies; es ist also ein katogener Prozess.

113. Unregelmässige Formen.

Die krystallinischen Ueberzüge setzen sich nach den Gesetzen der krystallinischen Anziehung ab, wenn sie auch schon zum Theil der allgemeinen Anziehung oder der Schwerkraft folgen.

Ein Absatz von was immer für einer Bildung von einem zusammengesetzten Minerale, auf dessen Form bloss die Schwere wirkte, bildet eine mehr oder weniger dicke Lage oder Schicht, ersteres freier im Gebrauch, letzteres schon mit dem Begriff von Begrenzung nach oben und unten wieder durch andere Schichten. Zusammengesetzte Mineralien kommen auch in Lagern oder Flötzen vor. Der erstere Ausdruck wird mehr bei etwas deutlicherem krystallinischem Ansehen gebraucht, beide beziehen sich auf sedimentäres Vorkommen, oben und unten von Schichten anderer Art begrenzt.

Ursprünglich lockere lagenförmig gebildete Schneemassen nehmen nach und nach ein zusammenhängendes Gefüge an, als Firn, endlich werden sie durch beständig fortschreitende Krystallisirung, Gletschereis, durchsichtig, mit muschligem Bruch und gleichförmigem Gefüge. Aber auch hier unterscheidet sich noch das ursprüngliche sedimentär gebildete

Eis von Bändern von durchsichtigerem Eise, die sich darin gangartig ausgeschieden haben. Der eigenthümlichen Beschaffenheit des so leicht schmelzbaren und zähen Eises wegen auf der Auflagerungsfläche beweglich, gleiten die Gletscher von den höchsten Theilen der Thäler in die tiefern herab, wo sie abschmelzen. Sie schieben Steindämme, Moränen vor sich her, welche dann abgesondert liegen bleiben. Zwischen zwei Gletschern aus benachbarten Thälern ist die Grenze auf der Oberfläche gleichfalls durch Steine, die sie mit sich fortbewegen, als Gufferlinien bezeichnet.

Das Eis zeigt noch eine andere, wohl auch den sedimentären Formen anzureihende Gestaltung in den mehr und weniger mächtigen Eisdecken, die sich bei genugsam erniedrigter Temperatur auf Wasser bilden. Das Eis unserer Winter schmilzt wieder, aber in den Polargegenden ist es beständig, und überzieht zusammenhängend in mancherlei Erscheinungen grosse Theile der Oberfläche unseres Erdkörpers. Es gibt uns ein analoges Bild zu der Vorstellung, welche die neuere Geognosie für die Gestaltung unserer Erdrinde selbst entwickelt.

Eisberge schwimmen auf dem Wasser, sie sind zuweilen scheibenförmig, wie das Pfannenkuchen-Eis (*pancake-ice*) der Polarschiffer.

Scheibenförmige Gestalten von Steinsalz bedecken nach John H. Blake*) in dem nördlichen Theile der Pampa von Tarapaca den Boden in solcher Verbreitung, dass man auf der rauhen weissen glänzenden Oberfläche tagelang fortreiten kann, ohne auf Erdgrund zu kommen. Die Scheiben, ähnlich den kleinern krystallinischen Bildungen, die sich an der Oberfläche von konzentrirten Auflösungen abscheiden, haben fünf bis sechs Fuss im Durchmesser und sind etwa einen Fuss dick, auf einer Seite konvex, auf der andern konkav.

Lagenförmig sedimentär gebildet ist der sogenannte Gekrösestein von Wieliczka, und besonders von Bochnia in Galizien. Ursprünglich sind in der Sohle des Szybiker Salzes, der tiefsten Lage, die dünnen Anhydritlagen in horizontaler Ausdehnung zwischen sandigem Thon entstanden, einige zusammenhängend, an-

*) Sillimann's American Journal. Vol. XLIV, p. 1.

dere als einzelne Nieren oder Krystalloide. Die ersteren zusammengeschoben geben nun das wellenförmige Ansehen des Gekrösesteines Fig. 463, während der weniger zusammenhängende sandige Thon *b* sich wieder zu einer gleichförmigen Schicht ausbildete.

Fig. 463.

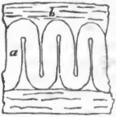
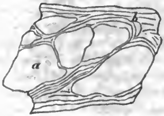


Fig. 464.



Man hat auch wohl zwei Lagen übereinander. Die einzelnen Nieren übereinander geschoben geben den Querschnitt Fig. 464. Die beiden Figuren sind nach ausgezeichneten Stücken in dem k. k. montanistischen Museo entworfen.

Hierher gehören sedimentäre Bildungen, abwechselnd von Kalkspath und Kohlenklein oder Grubenschmand, wie bei Newcastle und in Rezbánya, oder die mit einer Lage von Schwefelkies überzogene Quarzgeschiebe der Roysdorfer Quelle, von Nöggerath beschrieben, und vom Vorgebirge der guten Hoffnung im k. k. Hof-Mineralienkabinete, abwechselnde Lagen von Kalkspath und Aragon von Eisenerz in Steiermark, auch von Zwickau in Sachsen, letzteres von Breithaupt beschrieben.

Bildung in einer offenen Kluft, in einem Sprunge, einer Spalte oder einem Risse, in einem einfachen, zusammengesetzten oder gemengten Minerale, bringt eine plattenförmige Gestalt hervor. Die Gestalt der Platte ist vorzüglich für gediegene dehnbare Metalle merkwürdig, wie für Silber und Kupfer, die noch Zusammenhang besitzen, wenn man sie von dem beiderseitigen Gestein frei macht. Eine ganz dünne Platte, die man nur als Ueberzug der Kluftflächen betrachten kann, heisst Anfing. Nur bei metallischen Mineralien, wo es auffällt, oder bei werthvollen, wo es technisch wichtig ist, wird das Angeflogene beachtet, wie am Silber, Glaserz, Rothgiltigerz.

Kugeln von Thoneisenstein, ursprünglich viel adhärirendes Wasser enthaltend, welches bei der Austrocknung im Fortgange der Festwerdung der Thonschicht, in der sie vorkommen, ausgeschieden wird, sind im Innern mannigfaltig zerrissen und zer-

klüftet. In denselben setzen sich oft einzelne Krystalle ab, oft sind sie ganz von Kalkspath erfüllt. Man nennt sie *Septarien*. Die sogenannten *Ludus Helmontii* sind würfelähnliche Mergelmassen, die im Inneren sechs vierflächige Spitzen zeigen, als ob sie aus sechs halben Oktaedern bestünden. Auch diese Erscheinung ist das Resultat von Austrocknung.

Zusammengesetzte oder gemengte Mineralien in grösserer Ausdehnung, Klüfte oder Spalten erfüllend, heissen *Gänge*, kleinere weniger regelmässige auch wohl *Gangtrümmer*. Es gibt also auch Gänge von zusammengesetzten Mineralien, Quarzgänge, Kalkspathgänge, Schwerspathgänge. Bei grösserer Ausdehnung enthalten die Gänge gewöhnlich mehrere Arten von Mineralien, ihre Betrachtung fällt daher dem Abschnitte über die gemengten Mineralien anheim.

Die *Oberfläche* ursprünglich sedimentärer Bildungen, wird durch mannigfaltige, gewöhnlich fremdartige Einwirkungen in den Zustand versetzt, in welchem sie sich uns darbietet. Die Bewegung des darüber stehenden Wassers bringt die *zapfenförmigen* Erhöhungen hervor, die man an Kalksteinflötzen wahrnimmt, z. B. an dem in Pesth so vielfältig verwendeten rothen Marmor der Umgegend von Gran, in welchen zwei aufeinanderliegende Flötze stellenweise fest verwachsen erscheinen, während sie sich leicht in der auf der Oberfläche abgesetzten Mergelschicht trennen. Man beobachtet auf Oberflächen den *Wellenschlag des Wassers*, *Fährten* von allerhand *Thieren*, wenn diese Oberflächen der Absätze zur Aufnahme solcher Eindrücke günstig gelegen waren, oder man beobachtet deren Abformung durch den darüber liegenden Absatz.

Ausfüllungen von Blasenräumen geben rundliche Gestalten, welche man *Kugeln aus Blasenräumen*, oder bei einer geringen Grösse und etwas länglichen Gestalt *Mandeln* genannt hat. Die Achatkugeln von Oberstein in der Pfalz, aus Schottland, aus Böhmen enthalten abwechselnde Schichten von verschieden durchsichtigem und gefärbtem Chalzedon in Glaskopfstruktur der Oberfläche der Kugeln entsprechend, welches man im Bruche oder im Durchschnitte besonders schön beobachtet. Es gibt kleine Kugeln oder Mandeln dieser Art, welche merkwürdigerweise aus

einem einzigen durchaus theilbaren Kalkspathindividuo bestehen, wie bei Zditz in Böhmen und Fünfkirchen in Ungarn.

114. Gemengte Mineralien.

In der Zusammensetzung der Mineralien lassen sich keine sichern Grundlagen auffinden, welche bei der Bestimmung der Spezies oder zu irgend einem klassifikatorischen Zwecke der Naturgeschichte des Mineralreiches nützlich seyn könnten. Noch weniger kann so etwas natürlich aus ihrem Gemenge oder ihrem Zusammenvorkommen folgen; doch ist die Betrachtung des Erscheinens der einzelnen Individuen in der Natur wichtig und belehrend, und gestattet uns oft sichere Schlüsse über die Verhältnisse ihrer Bildung zu machen, eine der grossen Aufgaben der Geognosie. An die Betrachtung der Gemenge reihen sich die Untersuchungen dieser Wissenschaft.

Gemengte Mineralien bestehen wie die zusammengesetzten aus den einfachen, aber nicht aus gleichen, sondern aus verschiedenen. Sie bieten verschiedene Verhältnisse der Form und Struktur dar, die einfachen in denselben enthaltenen verschiedene Grösse.

Betrachtungen, welche der Mineralogie als Naturgeschichte des Mineralreiches fremd sind, die sich aber unmittelbar an das Vorkommen zusammengesetzter Mineralien in Lagern und Gängen anschliessen, zeigen, dass alle Materie ursprünglich nicht krystallisirt und selbst noch nicht mineralogisch individualisirt, als in diesen beiden Formen gebildet angenommen werden darf. In beiden Formen folgt die Materie lediglich der Schwerkraft. Flüssiges wird fest in horizontalen Lagen, oder setzt Festes in horizontalen Lagen ab, wenn der Raum es gestattet. Begrenzt nimmt es die Form der Begrenzung an. Man hat in der Geognosie die erstere Art der Bildungsform die normale, die zweite die abnorme genannt. Sedimentär sind sie im Grunde beide, denn die einzige Kraft, welche dabei wirkt, ist die Schwerkraft; doch hat eben die Pressung derselben das Aufsteigen in Spalten der abnormen Massen bewirkt.

Aus drei Quellen wird dem Mineralreiche Materie zugeführt, wir haben daher drei Reihen, von verschiedenen Anfangspunkten ausgehend, in welchen die grossen Bildungsformen erscheinen.

Erste Reihe. Aus dem flüssigen Zustande fest geworden, oder ursprünglich geschmolzen, und zwar:

a) Schnell erkaltet, wie Glas, Obsidian, Pechstein, Perlstein, oder

b) Langsam erkaltet, und daher steinig geworden, wie Lava, Basalt, Phonolith, u. s. w.

Die geflossene Masse enthält oft fremdartige Einschlüsse, Bruchstücke nicht geschmolzener Körper oder Luftblasen.

Zweite Reihe. Aus einem Gemenge mit Wasser abgesetzt, daher im engeren Sinne sedimentär, wie die Conglomerate, Breccien, Geschiebebänke, Sandstein, Thon.

Dritte Reihe. Ursprünglich organische Reste, als Torfmoore, Treibholzablagerungen, Humus aus dem Pflanzenreiche, die Korallenriffe, die Infusorienlager aus dem Thierreiche.

Von dem ersten Augenblicke der zur Ausgleichung gekommenen mechanischen Kräfte beginnt die chemische Einwirkung in den Prozessen, welche ganz der bei den Pseudomorphosen erläuterten Anogenie und Katogenie analog sind. Krystalle werden erst einzeln ausgeschieden, dann nimmt das Ganze krystallinische Struktur an. Aus den gänzlich formlosen, schlammartigen Lagen und Schichten werden erst feste, dann krystallinische, mit einem Worte, wir gelangen zu den von den Geognosten metamorphisch genannten Schichten. Die Struktur erscheint übereinstimmend mit diesen Betrachtungen.

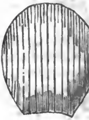
Die krystallinische Struktur ist bei gleicher Ausdehnung der Individuen körnig oder Granitstruktur. Der Granit ist ein körniges Gemenge von Quarz, Feldspath, Albit, weissem zweiaxigen, und schwarzem einaxigen Glimmer, zuweilen Turmalin oder Granat enthaltend. Oft fehlen einige der genannten Mineralien. Durch geringere Grösse der Gemengtheile wird die Struktur dicht. Bei geringerem Zusammenhang der Theile schliesst das Dichte an das Erdige, oder es steht unmittelbar mit dem Amorphen der beiden ursprünglichen Formen in Verbindung.

Die flasrige oder Gneusstruktur enthält Individuen von geringerer Ausdehnung in einer Richtung gegen die beiden andern. Gneus selbst besteht aus Quarz, Feldspath, Glim-

mer u. s. w. wie Granit. Durch geringere Grösse der Individuen schliesst diese Struktur an die schiefrige, welche ebenfalls zugleich erdig seyn kann.

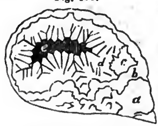
Die blasige und Mandelsteinstruktur enthält in gleichförmiger Grundmasse Räume, welche ursprünglich von Gasblasen gebildet sind. Bei der ersten sind die Räume hohl, bei der zweiten durch die chemischen Veränderungen nach der ursprünglichen Bildung mit verschiedenen einfachen und zusammengesetzten bestimmbaren Mineralien ausgefüllt. Die Gestalt der Blasen und der in denselben gebildeten Mandeln oder Kugeln ist merkwürdig. Oft sind sie ganz rund; die Gestalt einer Luft- oder Gasblase ist stets die runde. Aber die Masse ist nach der ersten Bildung, und schon zäher geworden, noch mannigfaltig geflossen oder gequetscht worden. Dadurch werden die Blasen am untern Ende selbst gequetscht, und die Kugeln erhalten zwei Ecken, wie Fig. 465 oder der obere Theil der Blase wird verschoben, während das untere Ende schon fest steckt.

Fig. 465.



Das k. k. montanistische Museum besitzt bei zwei Schuh grosse Kugeln von Theiss bei Brixen in Tirol, in welchen der untere Theil horizontal von Gesteinfragmenten, die sich oben abgelöst haben, und von dichten Quarzvarietäten erfüllt ist, während die Druse im oberen Theile krystallisirten Quarz, Datolith, Prehnit, Kalkspath u. s. w. enthält. Die Fig. 466 stellt den Durchschnitt einer kleineren Kugel vor, in welcher *a* die Gesteinfragmente, *b* den Chalzedon, *c* den Kalkspath, *d* den krystallisirten Quarz, *e* den noch leeren Drusenraum vorstellt.

Fig. 466.



Bei der Breccien- und Sandsteinstruktur enthält eine ziemlich gleichartige Grundmasse feste Theile, mehr und weniger eckig oder abgerundet, Bruchstücke oder Geschiebe, von fremdartiger Natur und von der mannigfaltigsten Grösse. Die

gröbsten Gebilde der Art nennt man häufig auch Konglomerate; bei Basalt und Phonolith, vorzüglich wenn sie verwittert sind, auch wohl Tufe.

Die porphyrartige Struktur wird durch eingewachsen gebildete Krystalle hervorgebracht, welche in den allmähligen Veränderungsprozessen aus einer Grundmasse individualisirt heraustreten. Vorzüglich sind diess Feldspathe, aber auch Quarz in den Porphyren, Amphibol und Glimmer in den Trachyten, Augit im Melaphyr u. s. w.

Der oolithischen und Perlsteinstruktur zusammengesetzter Mineralien findet sich Analoges am Kugelbasalt, Kugeldiorit u. s. w. Der Basalt zeigt auch zuweilen eine wahre doppeltkörnige, oder miemitische Struktur.

Die dolomitische Struktur ist der porphyrartigen gerade so entgegengesetzt, wie das blasige dem breccienartigen. Durch die Masse hindurch sind leere Räume zerstreut, die mit den Krystallen des die Masse bildenden Körpers besetzt, wahre Drusen hervorbringen, wie am Dolomit, Alaunstein, Mühlsteinporphyr.

Die Wirkung des Druckes so ungeheuer grosser, schwerer Massen bei mancherlei Temperaturgraden zeigt sich in dem Verhältnisse deutlich, welches man Absonderung nennt, und wofür die Basaltsäulen wohl das bekannteste Beispiel sind. Dergleichen säulenförmige Absonderung findet sich aber unter mancherlei Verhältnissen. Sie ist an ausgebrannten Hochofen-Gestellsteinen wahrgenommen worden, an Sphärosiderit zu stengligem Thoneisenstein gebrannt bei Schlackenwerth in Böhmen; an Spatheisenstein, von der Oberfläche an zu Brauneisenstein geworden, so weit der Brauneisenstein reicht, hier nicht gebrannt. Ein grosses Stück dieses merkwürdigen Gebildes, von Eisenerz, befindet sich in unserem montanistischen Museo. Endlich erscheinen dergleichen Säulen durch Pressung von pulverigen Körpern in feuchtem Zustande, wie am Stärkmehl, am Zinnoxyd, das durch Ammoniak von der anhängenden Salpetersäure nach der Oxydation durch dieselbe befreit wird. Säulenförmiger Sandstein, in der Nähe eines Basaltganges von Rübendörfel bei Aussig. Die Säulen stehen gegen die Druckfläche senkrecht, sind also nicht immer gerade, weil die Richtung des Druckes auch wechselt.

Plattenförmige Absonderung findet sich ebenfalls am Basalt.

In den durch Absonderung gebildeten Massen treffen wir oft beim Zerschlagen konzentrische Lagen oder innere Kugelschalen-Absonderungen, die von der eckigen Gestalt der Oberfläche ausgehend, in jeder der aufeinanderfolgenden Flächen, diese Gestalt mehr und mehr verwischt zeigen, bis im Inneren ein rundlicher fester Kern übrig bleibt, der sogar oft ganz kugelrund ist. Dieses Resultat abwechselnder Ausdehnung und Zusammenziehung findet sich häufig am Basalt, aber auch am Granit, besonders wo dieser den oxydirenden Einwirkungen der Atmosphäre ausgesetzt ist. Die Schalen sind dann oft durch eine braune Färbung von Eisenoxydhydrat bezeichnet, wie bei Elbogen in Böhmen. Auch bei dem Mergel des Leopoldsberges bei Wien ist die an den Basaltsäulen so bekannte Erscheinung wahrzunehmen, dass diese von den Kanten her senkrecht zersprungen, im Innern eine rundliche, auf einer Seite konkave, auf der anderen konvexe Fläche darbieten, mit welcher sie wie gegliedert erscheinen.

Die Cohaesion feiner mechanischer Absätze von verschiedener Natur ist sehr verschieden. Sind sie während des Fortganges in elektropositiver Richtung, wo sich Schwefelmetalle und andere schwere Verbindungen in neugebildeten Individuen daraus zusammenziehen, noch nicht zu fest geworden, so senken sich diese nach ihrer Schwere zu Boden, und bilden daselbst eine an diesen Körpern reichhaltige Schichte, welche nach längerer Zeit sich noch inniger verbindet, und dem Begriffe dessen entspricht, was wir ein Lager, oder im Falle es nutzbare Erze enthält, ein Erzlager nennen. Was über demselben liegt, heisst sein Dach oder Hangendes, was darunter liegt, seine Sohle oder Liegendes. Die Lager enthalten vorzüglich Schwefelmetalle, Spatheisenstein, krystallinischen Quarz u. s. w. Thone sind sehr zusammenhängend, bildsam, plastisch, feiner Sand ist brüchig, kurz, wie man es in der Terminologie der Thonarbeiter nennt. Ein langsam fortgesetzter Druck bringt in den Thonen die schiefrige Struktur hervor, die feinen Kalksedimente nehmen keine solche Struktur an, im Gegentheil werden sie durch

Klüfte in allen Richtungen durchsetzt, in welchen sich nun die reinere Kalkspathmasse krystallinisch an einander schliesst.

Klüfte von grösserer Ausdehnung, welche durch viele Schichten hindurchgehen, werden von mancherlei einfachen Mineralien nach und nach erfüllt. Man unterscheidet an den Gängen, welche nicht senkrecht oder seiger sind, den unteren Theil oder das Liegende des Nebengesteines von dem oberen Theile, oder dem Hangenden. Die Bildung der Gänge zeigt von stattgehabten gewaltthätigen Veränderungen; sie enthalten oft bedeutende Mengen von wirklichen Bruchstücken des Nebengesteines. Das Liegende des Ganges ist gegen das Hangende höher hinauf gehoben, man findet zermalmtes Gestein als Lettenbestege an den Seiten des Ganges. Aber die spätere Erfüllung des Gangraumes besteht aus aufeinander folgenden Schichten von krystallisirten und krystallinischen Mineralien, und beweist eben dadurch einen längern Zeitraum von Ruhe und elektrochemischer Thätigkeit. Gänge, welche während der katogenen Metamorphose der Gesteine entstanden, enthalten selbts die charakteristischen für diese Bildungsrichtung sprechenden Bestandtheile, Schwefelmetalle, Spatheisenstein, krystallisirten Quarz. Die Masse des Nebengesteines bildet jedoch selbst dann einen elektropositiven Gegensatz im Vergleich zum Gange, und in den aufeinander folgenden Absätzen lässt sich eine elektrochemische Reihe erkennen, wie in Blende, Bleiglanz, Spatheisenstein, Kalkspath, Quarz. Von der Oberfläche nieder nimmt man oft eine neue und zwar anogene Veränderungsperiode wahr, indem man so häufig hier statt des Schwefelkieses Brauneisenstein, und die aus kleinen Quarzindividuen bestehenden Hornsteine und Chalzedone, zum Theil pseudomorph, in den Formen aufgelöster und verschwundener anderer Mineralien antrifft.

Ausfüllungen von Spalten oder Gangräumen mit festen Körpern sind häufig, zuweilen trifft man sie noch leer. Sie sind aber auch wohl mit Flüssigem angefüllt, eben so wie das Flüssige mit Festem gemengt sich schichtenförmig findet. An einzelnen geeigneten Punkten eröffnet zeigen sich Quellen, welche durch hydrostatischen Druck von selbst bis an die Oberfläche der Erde dringen. Temperatur und Bestandtheile der Quel-

len sind verschieden, je nach dem Wege, welchen sie zurückgelegt haben. Es gibt kochendheisse Quellen, die in der Nähe wirksamer Vulkane, oder aus grosser Tiefe hervordringen. Manche Quellen, die sogenannten Mineralwasser, enthalten Mineralsalze aufgelöst, und bringen sie an die Oberfläche; auch enthalten sie als Beweis eines katogenen Prozesses Kohlensäure, während an der Oberfläche zusammenlaufendes Seigewasser oder Flusswasser keine enthält, und sogar die in dem Quellwasser enthaltene atmosphärische Luft verliert.

Nach neueren Untersuchungen von Morren von Rennes enthält die im Meerwasser eingeschlossene Luft in der Nähe von St. Malo noch mehr Oxygen als die in den Flüssen; letztere nach von Humboldt und Gay-Lussac nicht über 32 Procent, erstere im Durchschnitte, zur Fluthzeit des Morgens 33·3, Ebbzeit Mittags 36·2, Fluthzeit Abends 33·4. Gleichzeitig wechselt aber auch die Kohlensäure mit 13·7 und 10 Procent (*Institut, 28. Dec. 1843*); und zwar erscheint der Gehalt von Oxygen am grössten, wenn der an Kohlensäure am geringsten ist.

An den Gangklüften bemerkt man oft, dass sie wie polirt erscheinen, und schreibt diess wohl mit allem Grunde einem Abschleifen, einer Reibung zu. Man nennt solche glatte Flächen Spiegel. Sie sind zuweilen ganz eben, häufiger aber noch gestreift. Sie sind jedoch nicht auf die Gangklüfte beschränkt, sondern kommen in mancherlei Gesteinen, auch Erzlager durchschneidend vor. Besonders auffallend sind sie an metallischen Mineralien, dem Bleiglanz in Raibel und Bleiberg, dem Schwefelkies in Agordo. Man hat aber auch vorzüglich viele Spiegel am Dolomit, besonders mancher Dolomitbreccie der Alpen. Sie kommen am Spatheisenstein zu Gebra bei Kitzbüchel in Tirol, am Rotheisenstein zu Pitten in Oesterreich vor; auch an manchen gemengten Gebirgsgesteinen, z. B. dem kalkhaltigen Wienersandsteine, an vielen Alaunschiefern sind sie häufig, selbst an Graniten und andern harten Gesteinen werden sie angetroffen.

Eine eigenthümliche Erscheinung von Spiegeln am Granit ist besonders von L. von Buch*) studiert worden. Sie sondern

*) Ueber Granit und Gneus. Gelesen am 15. Dec. 1842 in der k. Pr. Ak. der Wiss. zu Berlin. Berlin, 1844.

die Schalen des Granits von einander ab, welche dieser in konzentrischer Folge zeigt, indem er in der annähernden Gestalt von Ellipsoiden hervortritt. Die Granitschalen liegen nach Saussure's Ausdruck, wie Stufen übereinander, und sind durch diese Spiegel getrennt.

Die Spiegel sind manchmal glatt und zeigen ziemlich hohe Grade von Politur, doch meistens sind sie mit parallelen Streifen versehen, zuweilen blumigblättrig, wie bei einigen Varietäten der Fünfkirchner Kohle. Eine eigenthümliche Art von Kugeln findet sich daselbst, welche in den Kohlenflötzen liegend, die schiefrige Struktur derselben unverändert bewahren, aber durch Kluftflächen ganz rund, manchmal flach, oder länglich von der umgebenden Masse getrennt sind.

Eine besondere Art von Spiegeln sind die Gletscherschliffe, die man in den Alpen an der Oberfläche mancher harten Gesteine trifft, in der neuesten Zeit vorzüglich Gegenstand der Forschungen von Agassiz. Von manchen Vorkommen ist es noch nicht entschieden, ob sie der einen oder der andern der hier erwähnten Ursachen ihren Ursprung verdanken. Herr A. Morlot aus Bern, der die von Agassiz abgebildete und von L. v. Buch beschriebene Lokalität der heilen Platte (nicht Höllenplatte) im Grimselpass im verflossenen Herbste besuchte, bemerkte, dass dort die Trennungsflächen im Granit und die eigentlichen Gletscherschliffflächen doch in ihrer Beschaffenheit sich von einander unterscheiden, indem die ersteren mehr rauh, die letzteren mehr polirt sind. Auf jene hatte L. v. Buch wieder aufmerksam gemacht, diese waren von Agassiz hervorgehoben worden.

Die Gletscherschliffe sind glatt und in der Richtung der Bewegung der Gletscher gestreift. Man hat ähnliche Schliffe auch anderwärts in Schottland, Norwegen, Schweden, Finnland, an Orten getroffen, wo sich gegenwärtig keine Gletscher finden, desgleichen sogenannte Riesentöpfe, ausgewaschene oder ausgeschliffene runde Höhlungen. Diese sind zum Theil voll Sand und Geröllen, welche selbst abgerundet erscheinen, wie die Granitgerölle, in dem Granit-Riesentopfe der Insel Salmen bei Helsingfors. Schliffe oder Schrammen gehen quer über die

Mündung der Höhle hinweg*). Die Schliffe an der Oberfläche fest stehender Massen vervollständigen das Vorkommen der Erscheinung der Geschiebe und der erratischen Blöcke.

Zusammengesetzte Mineralien kommen häufig als Bruchstücke und Geschiebe, §. 107, aus dem Zusammenhange, in dem sie früher standen, herausgerissen, einzeln vor. Grössere Bruchstücke, die man auf diese Art antrifft, werden auch erratische Blöcke genannt, wie die in der grossen norddeutschen Ebene, deren ursprüngliche Lagerstätten in Skandinavien lagen, die vom Jura, deren ursprüngliche Lagerstätten in der Hauptkette der Alpen waren, u. s. w. Sie sind durch Eis, insbesondere durch Gletscher, Wasser und mancherlei gewaltsame Revolutionen an den Ort gebracht, wo sie angetroffen werden.

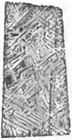
Bruchstücke von Gestein findet man eingeschmolzen in Basalt, und mit demselben überzogen, in sedimentären Konglomeraten, wie bei Kapfenstein in Steiermark. Vulkanische Bomben sind durch die Gewalt thätiger Vulkane ausgeschleudert.

Zu den wunderbarsten Erscheinungen des Vorkommens der Mineralien müssen die Meteoriten oder Aerolithen gezählt werden. Sie erscheinen als feurige Phänomene in der Atmosphäre und fallen durch dieselbe auf die Erde herab. Sie sind oft wie Gebirgsgesteine gemengt; man hat deutlich Augit, einen Feldspath, wahrscheinlich Labrador, Magnetkies, Graphit, Schwefelkies, Olivin in denselben wahrgenommen. Der merkwürdigste Körper, den sie aber, oft allein enthalten, ist das gediegene Eisen, mit krystallinischer, dem gestrickten analoger Struktur, die sich vorzüglich durch Schleifen, Poliren und sodann Aetzen oder Anlaufen in den nach dem Entdecker so genannten Widmanstättenschen Figuren wahrnehmen lässt. Die steinartigen Meteoriten sind mit einer geschmolzenen Rinde überzogen.

Durch die zuvorkommende Güte des k. k. Herrn Kustos PARTSCH ist es mir möglich, hier die genaueste Darstellung der Struktur einiger dieser Eisenmassen zu geben. Sie sind von den folgenden Lokalitäten: 1. Elbogen, 2. Lénarto, 3. Arva, 4. Agram, 5. Bohumilitz, 6. Toluca, 7. Durango, 8. Steinbach; die ersten

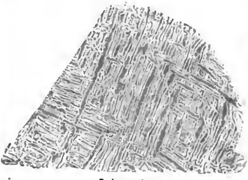
*) v. LEONHARD und BRONN. Jahrbuch 1844, p. 109.

Fig. 467.



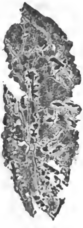
Elbogen.

Fig. 468.



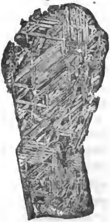
Lénarto.

Fig. 469.



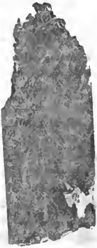
Arva.

Fig. 470.



Agram.

Fig. 471.



Bohumilitz.

Fig. 472.



Toluca.

Fig. 473.



Durango.

Fig. 474.



Steinbach.

sieben Eisen, mancherlei Durchschnitte der krystallinischen Struktur zeigend, der achte zwischen dem Eisen Körner von Olivin enthaltend, oder von einem olivinähnlichen Minerale, das aber nach Stromeyer nicht ein Talkerde-Silikat, sondern ein Trisilikat ist.

Die Elbogner Masse, von der Nr. 1 Fig. 467 abgeschnitten ist, wog im Ganzen 191 Pfund, und befindet sich nun grösstentheils im k. k. Hofmineralienkabinette in Wien. Nr. 2 Fig. 468 Lénarto, 194 Pfund, grösstentheils im Nationalmuseo in Pesth. Nr. 3 Fig. 469 Arva, erst kürzlich aufgefunden, in mehreren Stücken, die auf den Feldern herumlagen, von einem bis siebenzig Pfund schwer; die Figuren sind sehr undeutlich. Nr. 4 Fig. 470 Agram, 71 Pfund, im k. k. Hofmineralienkabinet in Wien. Nr. 5 Fig. 471 Bohumilitz, 103 Pfund, grösstentheils in dem vaterländischen Museo in Prag. Nr. 6 Fig. 472 Toluca, in vielen einzelnen Stücken auf den Feldern umherliegend. Nr. 7 Fig. 473 Durango, nach v. Humboldt eine Masse von 300 bis 400 Zentnern. Nr. 8 Fig. 474 Sachsen, wahrscheinlich Steinbach, zwischen Johanngeorgenstadt und Eubenstock. Nur wenige Stücke sind davon bekannt, die zum Theil erst Partsch in den Sammlungen entdeckte. Die hier gegebenen Abdrücke sind unmittelbar von der Natur entlehnt. Die Originalien sind nämlich in eben festwerdendes Blei eingepresst, und von diesem Eindruck sodann die eigentliche Type genommen. Je tiefer die Aetzung war, desto schärfer ist auch der Abdruck. Mit der Loupe bemerkt man sehr deutlich die Struktur des Eisens von Bohumilitz. Sämmtliche Stücke sind von Herrn v. Widmannstätten geätzt, das Arvaer Eisen aus dem k. k. montanistischen Museo, die übrigen Stücke aus dem k. k. Hofmineralienkabinet. Partsch gab neuerlich eine interessante Zusammenstellung über die Meteoreisen und Meteoriten dieser reichen Sammlung, Wien 1843, heraus. Der Schnitt an dem Agramer Eisen Fig. 470 liegt ziemlich in der Richtung einer Oktaederfläche, und zeigt nahe gleichseitige Dreiecke, während die den rechtwinkligen sich nähernden von Lénarto und Toluca Fig. 472 der Richtung der Würfelfläche entsprechen, und die schöne Fläche des Eisens von Durango Fig. 473 auf einen Schnitt in der Richtung einer Granatoidfläche schliessen lässt. Zwischenrichtungen geben ungleichseitige Dreiecke.

Hier sind endlich die Veränderungen und ihre Erscheinungen zu betrachten, welche in elektronegativer Richtung fortschreitend, durch Hydrooxydation des Eisens eine braune Färbung der Oberfläche der im Vorhergehenden erwähnten Formen hervorbringen.

Durch Querklüfte parallelepipedisch zerspaltene dünne Lagen oder auch wohl Geschiebe von Sphärosiderit, einem Gemenge von Thon und Spatheisenstein erscheinen an der Oberfläche zu Brauneisenstein geworden. Schlägt man sie entzwei, so enthalten sie entweder einen fast nicht mehr eisenhaltigen Kern von Mergel oder Sand, oder sie bestehen aus konzentrischen Schalen, sind auch wohl gänzlich hohl. Von dem erstern kommen sehr ausgezeichnete Beispiele auf der gräflich CZERNINischen Herrschaft Petersburg in Böhmen vor, von dem letztern in dem Mastodon-Schotter der gräflich BREUNNERischen Herrschaft Grafenegg in Oesterreich.

Man nennt hohle Körper von mehr oder weniger reinem Brauneisenstein, der auf diese Art gebildet ist, Eisennieren. Auch BREITHAUPT beschreibt diese Art von Bildung von Stron in Böhmen *). Die Adlersteine oder Klappersteine enthalten Stücke im Innern, welche bei diesem Veränderungsprocesse ihren Zusammenhang verloren haben, und also lose darin liegen.

Nicht immer geht die Einwirkung der Oxydation so weit. Wenn die Bruchstücke oder Geschiebe weniger eisenhältig sind, so bilden sich nur abwechselnde braune Schichten der Oberfläche parallel, die im Querschnitt als konzentrische Streifen erscheinen, und die oft in grösserer Anzahl aufeinander folgen. Der egyptische Jaspis zeigt solche Geschiebe, die zu äusserst dunkelgefärbte braune Lagen zeigen. Eines in der Sammlung unseres montanistischen Museums enthält gleichförmig zerstreut eine Anzahl Nummuliten, ist also gewiss ursprünglich sedimentär gebildet, dann als Geschiebe von Aussen der Oxydation ausgesetzt gewesen. Bei einem anderen Stücke Sandstein aus der Wüste bei Cairo ist der Unterschied anogener Einwirkung besonders auffallend. Die darin enthaltenen Geschiebe von krystallinischem Quarz sind unverändert, die von Hornstein, der also aus einer grossen

*) Vollständiges Handbuch der Mineralogie. I. Th. p. 313.

Anzahl kleiner Individuen besteht, sind von aussen herein durch abwechselnd farbige Schichten oder Streifen eingefasst.

Die Achatkugeln von Oberstein zeigen manchmal zweierlei sich schneidende konzentrische Ringe. Das eine System derselben ist durch die Anwachsschichten der Glaskopfstruktur, das andere durch den Oxydationsprocess des Eisens bedingt.

Dichter, schwach eisenhaltiger Kalkstein, durch diese Veränderung von aussen hinein schichtweise braungefärbt, dann von beiden Seiten so zerklüftet, dass die dreiseitigen keilförmigen Abschnitte gegeneinander zu gepresst werden, wird zu sogenanntem Florentiner oder Ruinenmarmor. Er kommt als ein sechs Zoll bis einen Schuh mächtiges Flötz in Oesterreich in dem Wiener-Sandstein-Gebirge vor. Man kann diese Erscheinung weniger schicklich zu den Farbenzeichnungen als zu einer eigenthümlichen Art von Schichtungsverhältnissen zählen.

Hohle Geschiebe von Kalkstein finden sich bei Lauretta im Leithagebirge. Sie sind stark abgerundet, gewöhnlich in der Grösse von einem bis vier Zoll, und bestanden ursprünglich aus einem festen dunkelgrauen Kalkstein, wie man ihn noch in den benachbarten Gebirgen, bei Wimpassing, auf dem Semmering u. s. w. findet. Sie sind in blassgelbem, grösstentheils aus Korallenfragmenten bestehenden Leithakalk eingeschlossen. Das Innere der Geschiebe wird nun nach und nach aufgelöst. Bei einigen ist nur eine Rinde von geringer Dicke übrig, andere sind zwar schon verschwunden, aber in den Höhlungen, welche sie früher einnahmen, sieht man im Grunde ein graulliches Pulver, das sich, genauer betrachtet, als eine Menge mikroskopischer Kalkspathkrystalle von der Form des Rhomboeders $2R' = 78° 51'$ zeigt. In andern Stücken ist auch dieses Pulver durch die fortgesetzte Veränderung hinweggeführt, die Räume sind ganz leer, oder sie sind auch wohl neuerdings drusenartig mit Kalkspathkrystallen besetzt. Der anogene Zustand der Leithakalkschicht und der katogene Zustand der eingeschlossenen Kalkgeschiebe sind wohl in der Ausgleichung desselben, die Veranlassung zu dieser Veränderung gewesen.

Manche analoge Verhältnisse sind schon beobachtet worden, aber sie verdienen noch ein ausgedehnteres Studium.

DRITTER ABSCHNITT.

Die naturhistorischen Eigenschaften, welche den einfachen und zusammengesetzten Mineralien gemeinschaftlich zukommen.

I. DIE OPTISCHEN EIGENSCHAFTEN DER MINERALIEN.

115. INHALT.

Die Mineralien, wie alle Körper, wirken verschiedentlich auf das Licht. Sie gestatten demselben unter mancherlei Abänderungen den Durchgang, oder werfen dasselbe von der Oberfläche zurück. Man nennt die dabei vorkommenden Erscheinungen die optischen Eigenschaften der Mineralien. Sie sind Glanz, Durchsichtigkeit und Farbe, und werden durch die Spiegelung, den Durchgang und das Einsaugen der Lichtstrahlen bedingt. Die physikalischen Gesetze der Katoptrik, Dioptrik, Chromatik müssen als bekannt vorausgesetzt werden, wenn es sich nur darum handelt, theils die allgemeinen Eindrücke der Erscheinungen als gehabte Empfindungen fest zu halten, und durch möglichst allgemein angenommene Worte wiederzugeben, theils Mittel der Beobachtung für Erscheinungen zu finden, welche eigens aufgesucht werden müssen, da sie sich dem unvorbereiteten Beobachter gänzlich entziehen.

Die optischen Eigenschaften der Mineralien sind schon ihrem Ursprunge nach ungemein ins Auge fallend und daher allgemein wahrnehmbar. Allerdings sind die wichtigsten derselben diejenigen, welche sich auf das einfache Mineral beziehen, und sie wurden daher eigentlich in dem ersten Abschnitte übergangen. Doch schliessen sie sich so unmittelbar an die bei einfachen und zusammengesetzten Mineralien vorkommenden Verhältnisse an, und sind bis jetzt noch so wenig vollständig für die Zwecke der Mineralogie als Naturgeschichte des Mineralreiches bearbeitet, dass man sie am füglichsten hier zusammen betrachten kann.

Diejenigen optischen Eigenschaften, welche Beständigkeit zeigen, sind für den bestimmenden Theil der Mineralogie wichtig, alle aber für den beschreibenden, denn nicht leicht erregt etwas ein so lebhaftes Bild, als Glanz, Durchsichtigkeit und Farbe.

116. Glanz.

Der Glanz wird durch die Reflexion oder Spiegelung der Lichtstrahlen hervorgebracht. Man betrachtet ihn nach der Art und nach dem Grade seiner Stärke. Die Art des Glanzes ist eigentlich ein sehr zusammengesetztes Verhältniss, bei dem Grade hängt der Unterschied bloss von den Verschiedenheiten in der Grösse und Ebenheit der Flächen ab. Die Arten des Glanzes, welche in dem Wesen der Mineralkörper selbst gegründet sind, erscheinen daher von grösserer Wichtigkeit.

Man unterscheidet fünf Arten des Glanzes, nämlich

1. Metallglanz,
2. Diamantglanz,
3. Fettglanz,
4. Glasglanz,
5. Perlmutterglanz.

1. Metallglanz. Der vollkommene Metallglanz erscheint an den bekannten Metallen, Gold, Silber, Kupfer. Die ganzen Mohsischen Ordnungen der Metalle, Glanze und Kiese zeigen keinen andern. Er hängt mit der Dichtheit und Brechkraft der Körper zusammen. Metallglänzende Körper sind zugleich undurchsichtig.

Der unvollkommene Metallglanz, nach Mohs auch Erzglanz, ist vorzüglich am Anthrazit wahrzunehmen, ferner am Mangault, Braunit, Pyrolusit, Iserin. Der Glanz des Chromerzes, des Uranerzes, des Tantalerzes neigt sich zu den folgenden Arten.

2. Diamantglanz. Der metallähnliche Diamantglanz schliesst an den Metallglanz an. Er erscheint charakteristisch an den dunkelfarbigen Varietäten des Pyrargyrits, der Blende, des Weissbleierzes. Den vollkommenen oder gemeinen Diamantglanz beobachtet man an dem lichtgefärbten Weissbleierz, z. B. dem von Rézbánya, an der gelben Blende von Schemnitz, am Sphen, von grüner Farbe, charakteristisch am Zirkon und am Diamant selbst.

3. **Fettglanz.** Körper mit fetten Oehlen bestrichen, zeigen diese Art des Glanzes. Granat, Vesuvian, Pechstein, eine Varietät des untheilbaren Quarzes MOHS. Charakteristisch im Bruche von Eläolith, dem dunkelfarbigen, rhomboedrischen Elainspath MOHS, Datolith, Scheelit. In dunkelfarbigen Mineralien nähert er sich dem unvollkommenen Metallglanz. Er heisst auch wohl **Harzglanz.**

4. **Glasglanz.** Er ist charakteristisch am Quarze, besonders dem weissen Bergkrystall, auch am Euklas, Beryll, Chrysolith, Axinit. Glas ohne Bleioxyd besitzt diese Art des Glanzes, Glas mit Bleioxyd, z. B. Flintglas bei grösserer Brech- und Farbenzerstreuungskraft neigt sich zum Diamantglanz.

5. **Perlmutterglanz.** Der **vollkommene** oder gemeine Perlmutterglanz ist vorzüglich auf vollkommenen Theilungsflächen zu sehen, wie am Heulandit, Stilbit, an mehreren Glimmern, Gyps, u. s. w. Die Sprünge parallel den Theilungsflächen bringen ihn eigentlich erst hervor. Er bedingt eine helle Farbe. Ausgezeichnet erscheint er an der Perlmutter, deren Struktur aus übereinanderliegenden Blättchen mit den zartesten Anwachsstreifen Sir DAVID BREWSTER erforscht hat.

Der **metallähnliche** Perlmutterglanz bei dunkleren Farben und vollkommener Theilbarkeit erscheint am Bronzit, Hypersthen, mehreren Varietäten von Glimmer, Auripigment.

Die verschiedenen Varietäten des Glanzes bilden zusammen eine Reihe. An den Mineralien, welche sie besitzen, findet man nur beschränkte Bruchstücke der Reihe, gewöhnlich nur eine Art, und selbst Zwischenglieder zwischen den gegebenen ausgezeichneten Arten als Grenzen. Doch geben z. B. Pyrargyrit, Blende, Weissbleierz Reihen vom vollkommenen Diamantglanz bis in den metallähnlichen, und fast zum unvollkommenen Metallglanz.

Höchst merkwürdig und beständig ist das Vorkommen verschiedener Arten des Glanzes auf Krystall- und Theilungsflächen, welche zu verschiedenen einfachen Gestalten gehören. Gleichartige Flächen zeigen stets dieselbe Art, und auch dieselben Grade des Glanzes. Die vollkommenste Theilungsfläche am Gyps besitzt Perlmutterglanz, die übrigen Flächen Glasglanz; am Glimmer

besitzt die vollkommenste Theilungsfläche Perlmutterglanz, die übrigen Krystallflächen Glasglanz, zuweilen dem Diamantglanz genähert; der Glasglanz des Nephelins, des Wernerits ist im Querbruche dem Fettglanz, auf den Längen-Theilungsflächen dem Perlmutterglanz genähert; der Adular zeigt Perlmutterglanz auf der vollkommenen Theilungsfläche, nämlich der Basis *P*, Glasglanz auf den Längsflächen *M*, auf den Prismenflächen *T* geringe Grade des letzteren, in manchen Varietäten Spuren von Theilbarkeit mit Perlmutterglanz nach einer wenig von der Querfläche abweichenden Richtung. Der Diaspor von Schemnitz hat Diamantglanz auf gekörnten Krystallflächen, Glasglanz auf der vollkommensten Theilungsfläche, bei unvollkommener Bildung in den Perlmutterglanz geneigt, im Innern fettigen Querbruch.

Man hat auch fünf Grade des Glanzes nämlich

1. starkglänzend,
2. glänzend,
3. wenigglänzend,
4. schimmernd,
5. matt.

Die Reihenfolge in den Graden des Glanzes ist durch das Spiegeln von grössern oder kleinern, mehr oder weniger glatten Flächen bedingt, wodurch die Lichtstrahlen mehr oder weniger einander parallel oder verwirrt zurückgeworfen werden.

1. Starkglänzend. Diess ist der höchste Grad. Die Blende auf Krystall und Theilungsflächen, der Eisenglanz von Elba auf Krystall- und muschligen Bruchflächen, der Bergkrystall auf Krystall- und muschligen Bruchflächen, der Diamant auf den Oktaederflächen zeigen diesen Grad des Glanzes. Die zugleich ebenen Flächen geben durch Spiegelung die vollkommensten, deutlichsten Bilder, wenn man sie nahe an das Auge bringt. Die Kleinheit derselben wirkt wie ein Diopter. Ich habe mich in Edinburg eines kleinen Krystalles von Zirkon, dessen Pyramidenflächen höchst eben und starkglänzend sind zum Zeichnen nach Mikroskopbeobachtungen bedient, auf dieselbe Art wie man die Sömmeringischen Spiegel anwendet.

2. Glänzend. Meistens bei etwas geringerer Ebenheit, sehr häufig in der Natur anzutreffen, bei Salzen, Haloiden, Ba-

ryten, Spathen u. s. w.; doch meistens an Individuen von einiger Grösse.

3. Wenigglänzend. Das Ansehen der meisten körnig-zusammengesetzten Mineralien, deren Individuen doch noch erkennbar sind, wie die körnigen Kalksteine, Spatheisensteine, Kupferkies, Fahlerz.

4. Schimmernd. Dieser Grad findet bei verschwindender Zusammensetzung statt. Sehr wenig Licht wird parallel zurückgeworfen, so dass nur ein schwacher Schein auf der Fläche des Minerals entsteht. Höchst feinstengliche Zusammensetzung, der sogenannte fasrige Bruch gibt einen eigenthümlichen Lichtschein, dem Glanz von Seidenfäden nicht unähnlich, der auch wohl Seidenglanz genannt worden ist. Feuerstein, Hornstein, Chalcedon, sämmtlich Varietäten von Quarz, der Bleischweif, eine Varietät des Bleiglanzes, in verschwindenden Individuen zeigen das Schimmernde.

5. Matt. Das gänzlich Glanzlose entsteht dadurch, dass die Lichtstrahlen nur verworren zurückgestrahlt werden. Das Matte findet sich bei erdigen Mineralien, nämlich solchen, die durch irgend einen Vorgang in den Zustand von Pulver versetzt worden sind. Kaolin, Thon, Polierschiefer, Bergmilch, Kreide sind matt.

Alle Arten des Glanzes kommen oft bei einer Species vor, die höheren bei den vollkommen ausgebildeten Krystallen, die niedrigeren bei den zusammengesetzten Varietäten. Nur das Matte ist in der Regel ausgeschlossen, so wie sich auf der anderen Seite das Matte höchstens bis zum Schimmernden erhebt.

Wirklich amorphe Mineralien zeigen höhere Grade des Glanzes, als krystallinische von verschwindender Zusammensetzung.

Der Glanz der Mineralien verschwindet, wenn man sie pulvert, einige an und für sich grösstentheils matte, erhalten aber einigen Glanz, besonders geringe Grade von Fettglanz, wenn man ihr Pulver mit einem glatten Messer zusammendrückt, oder wenn man sie selbst mit dem Fingernagel oder einem Instrumente ritzt oder schneidet. Man sagt dann sie erhalten Glanz im Stri-

che. Fremdartige Grade des Glanzes können den Mineralien überhaupt durch Schleifen und Poliren beigebracht werden.

117. Farbe.

Das Licht, welches auf einen Körper fällt, wird theilweise zurückgeworfen und hindurchgelassen, theilweise eingesogen. Letzteres bedingt die Farbe desselben.

Die Farben, welche an den Mineralien vorkommen, sind zum Behufe mineralogischer Beschreibungen von Werner zuerst und gründlich dem Zwecke gemäss bearbeitet worden. Wir behalten sie gänzlich bei, nach dem Ausspruche von Mohs: „Die „Werner'sche Methode der Bestimmung der Farben ist so allgemein eingeführt, als sie es verdient. Man muss sich hüten, etwas daran ohne Noth zu ändern, selbst wenn diese Aenderungen „Verbesserungen seyn sollten. Denn wo es bloss auf das Reproduciren und Festhalten einer Empfindung ankommt, muss man „auf das Rücksicht nehmen, daran man gewöhnt ist."

Man unterscheidet metallische und nicht metallische Farben. Für alle aber gelten acht Hauptfarben, nämlich: Weiss, Grau, Schwarz, Blau, Grün, Gelb, Roth, Braun. Die reinsten Abänderungen derselben werden als Charakterfarben betrachtet. Die acht Charakterfarben sind:

1. Schneeweiss,
2. Aschgrau,
3. Sammtschwarz,
4. Berlinerblau,
5. Smaragdgrün,
6. Zitronengelb,
7. Karminroth,
8. Kastanienbraun.

Auch die übrigen Farbenschattirungen werden entweder nach Aehnlichkeiten oder nach Beimischungen anderer Farben näher benannt. In der obigen Folge bilden alle Farben zusammen eine zusammenhängende Reihe. Die metallischen Farben werden in einer etwas verschiedenen Ordnung aneinander gereiht, nämlich Braun, Roth, Gelb, Weiss, Grau, Schwarz.

Die metallischen Farben sind folgende:

1. Tombackbraun. Eine deutlich braune metallische Farbe. Ausgezeichnet am Sternbergit *). Diese Abänderung ist aus den nicht metallischen Farben hierher übertragen.

2. Kupferroth. Die Farbe des Kupfers. Kommt im Mineralreiche am Kupfer selbst; etwas weniger charakteristisch am Nickelkies vor. Die Farbe des Kupfers muss auf einer frisch entblössten Stelle beobachtet werden.

3. Speisgelb. Die Farbe einiger Metallgemische, welche man Speise nennt. Kommt ausgezeichnet am hexaedrischen und am prismatischen Eisenkiese vor, an letzterem oft etwas weisslich.

4. Messinggelb. Die Farbe des gewöhnlichen Messings. Es ist eine gelbe, etwas ins Grünliche ziehende Farbe, und findet sich charakteristisch am Kupferkiese.

5. Goldgelb. Die schöne Farbe des reinen Goldes. Goldgelb ist nicht zitronengelb, als das reinste Gelb, mit metallischem Glanze, sondern die Farbe des möglichst glanzlos pulverförmig dargestellten Goldes ist dem Ochergelb am nächsten. Kein anderes Mineral als Gold zeigt die goldgelbe Farbe, doch erscheint sie an silberhaltigen Varietäten bleich, weisslich, an rhodiumhaltigen Varietäten graulich.

6. Silberweiss. Die Farbe des reinen Silbers. Glanzlos, pulverförmig erscheint das Silber gelblichweiss. Ausgezeichnet nur am Silber. Sehr nahe demselben einiger prismatische Arsenikkies, mit einem Strich ins Röthliche der hexaedrische Kobaltkies von Tunaberg in Schweden.

7. Zinnweiss. Die Farbe des reinen Zinnes. Ausgezeichnet am Antimon von Allemont in Frankreich, auch am Merkur und dem oktaedrischen Kobaltkies.

8. Bleigrau. Die Farbe des reinen Bleies. Doch werden verschiedene Abänderungen mit diesem Namen belegt und durch nähere Bestimmungen unterschieden.

Das weissliche Bleigrau findet sich vorzüglich an dem dichten Bleiglanz oder Bleischweif, beinahe Zinnweiss an dem frisch aufgeschlagenen Arsenik; das reine oder frische Bleigrau

*) Mohs von Zippe. II. Theil, pag. 551.

charakteristisch an den hexaedrisch deutlich theilbaren Varietäten von Bleiglanz, und am Molybdänglanz; das schwärzliche Bleigrau am Silberglanz und Kupferglanz.

9. Stahlgrau. Die Farbe des Stahls im frischen Querbruch. Die Farbe des Platins und des prismatischen Antimonglanzes Mohs, des Schrifterzes von Offenbánya.

10. Eisenschwarz. Ein schwärzliches Grau. Charakteristisch am Magneteisenstein. Am Anthrazit, Graphit, Eisenglanz, an letzterem zuweilen in das Stahlgraue geneigt.

Die metallischen Farben kommen auch in mancherlei Zwischentönen vor, welche durch nähere Bestimmungen angedeutet werden. So liegt die Farbe des Magnetkieses, von Breithaupt bronzgelb genannt, zwischen kupferroth und speisgelb, die des Buntkupfererzes zwischen kupferroth und tombackbraun. Das Stahlgrau des Berthierits neigt sich ins Tombackbraune, das Stahlgrau des Zinnkieses ins Gelbe.

Die nicht metallischen Farben sind folgende:

1. Varietäten von Weiss.

1. Schneeweiss. Das reinste Weiss; die Farbe des frisch gefallenen Schnees. Charakteristisch am carrarischen Marmor und an der Eisenblüthe von Eisenerz.

2. Röthlichweiss. Weiss ins Rosenrothe oder Fleischrothe geneigt. Ersteres am Kalkspath, Quarz, letzteres am Braunspath, Feldspath.

3. Gelblichweiss. Weiss ins Isabellgelbe und Gelblichgraue. Kalkspath, Opal.

4. Graulichweiss. Eine sehr häufige Farbe, am Kalkspath, vielen Kuphonspathen, dem meisten Quarz; ist eigentlich rein weiss, erscheint aber graulich bei den stattfindenden etwas höheren Graden des Durchscheinenden.

5. Grünlichweiss. Ins Grünlichgraue geneigt. Ausgezeichnet am Amianth und Talk.

6. Milchweiss. Ins Smalteblau geneigt. Die Farbe der abgerahmten Milch. Vorzüglich am Opal.

2. Varietäten von Grau.

1. Blaulichgrau. Aschgrau, als das reinste Grau, ins Schwärzlichblaue geneigt. Am körnigen Kalkstein und am splittrigen Hornstein oder verschwindend körnigen Quarze, beides zusammengesetzten Mineralien.

2. Perlgrau. Grau ins Pfirsichblüthrothe und Lavendelblaue geneigt. Am Hornerz, Schwerspath, Quarz.

3. Rauchgrau. Bräunlich, die Farbe des dicken Essenrauches. Ausgezeichnet am Feuerstein, einer Varietät des Quarzes, vorzüglich dessen dunkeln Abänderungen.

4. Grünlichgrau. Ins Lauchgrüne oder Schwärzlichgrüne geneigt. An zusammengesetzten mehr als an einfachen Varietäten. Zuweilen am Katzenauge, am Wetzschiefer, am Jaspis, Varietäten des rhomboedrischen Quarzes, an einigem Talke.

5. Gelblichgrau. In das Gelblichbraune geneigt. Ausgezeichnet am dichten Kalksteine von Solenhofen, dem lithographischen Steine, und an den helleren Feuersteinvarietäten.

6. Aschgrau. Die reine von Weiss und Schwarz gemischte Charakterfarbe. Die Farbe der Holzasche. Am Zoisit und Leuzit.

3. Varietäten von Schwarz.

1. Graulichschwarz. Ins Aschgraue geneigt. Am Basalt, lydischen Stein, der eine Varietät von Quarz ist, Obsidian.

2. Sammtschwarz. Die charakteristische reinste tiefschwarze Farbe. Am Obsidian von Island, am Turmalin vom Greiner in Tirol.

3. Grünlichschwarz. Die etwas ins Grüne geneigte Farbe vieler Augite, Amphibole, des Babingtonits u. s. w., einaxiger Glimmer aus Sibirien.

4. Bräunlichschwarz. Die bräunliche, aber doch bestimmt schwarze Farbe der meisten Pechkohlen und anderer Braunkohlen, auch am einaxigen Glimmer und der sogenannten basaltischen Hornblende, einer Varietät von Amphibol.

5. Blaulichschwarz. Der traubige, schwarze Erdkobalt von Saalfeld in Thüringen zeigt die wahre Schattirung, selten der Fluss von Zinnwald.

4. Varietäten von Blau.

1. Schwärzlichblau. Die an das vorige anschliessenden, dunkelsten Schattirungen des Blauen an den nachahmenden Gestalten der Kupferlasur. Auch am Fluss.

2. Lasurblau. Ein sehr lebhaftes, etwas röthliches Blau. Das schönste am Lazurstein, auch an kleinen glänzenden Krystallen der Kupferlasur.

3. Violblau. Reine Mischung von Roth und Blau. An den schönen Varietäten von Amethyst, aus Brasilien und Sibirien. Am Fluss.

4. Lavendelblau. Das vorige mit Aschgrau gemengt. An zusammengesetzten Mineralien, z. B. Steinmark, auch am Basaltjaspis, einem gebrannten Schiefergesteine.

5. Pflaumenblau. Ein röthliches Violblau mit Braun. Am Spinell, Fluss, Axinit. Ueberhaupt eine seltene Farbenschattirung.

6. Berlinerblau. Das reinste Blau, an den schön gefärbten Saphyren, besonders charakteristisch in der Richtung der Axe. Auch am Kyanit und am Steinsalz.

7. Smalteblau. Reines, aber blasses Blau. Die Farbe einiger Smalte. Am deutlichsten am Kalkspath und Anhydrit, am Chalzedon von Tresztyla.

8. Indigblau. Ein dunkles Blau mit Schwarz und Grün, etwa Himmelblau mit Schwarz. Die sogenannte blaue Eisenerde, ein unausgebildeter Vivianit. Dieser zeigt in seiner Farbenmischung wirklich zwei Farben, ein reines dunkles Blau, und ein schwärzliches Grün.

9. Entenblau. Blau mit vielem Grün und etwas Schwarz, ungefähr die Mischung von Spangrün und Schwarz. An einigem Talk von Taberg in Wermeland, am Spinell, dem sogenannten Ceylanit und am Turmalin.

10. Himmelblau. Hohe, etwas grünliche Farbe. Das Bergblau der Maler. Am Lirokonit, auch am Fluss, doch selten, sehr schön am Allophan von Grossarl in Salzburg.

5. Varietäten von Grün.

1. Spangrün. Reines stark blauliches Grün. Am Amazonenstein, einer Varietät des orthotomen Feldspaths Mohs, am Lirokonit und der Chrysokolla.

2. Seladongrün. Blauliches Grün mit Grau. Am Beryll in Krystallen, an der Grünerde vom Monte Baldo, als nicht ausgebildete Varietät dem Chlorit angehörig.

3. Berggrün. Ein blasses, blauliches Grün. Am Beryll und am Topas, dem sogenannten echten orientalischen Aquamarin. Beide vollkommen durchsichtig. Diese Färbung schliesst an das Himmelblaue an.

4. Lauchgrün. Ein bräunliches Grün. Die Farbe des Prasems von Breitenbrunn in Sachsen, auch am Amphibol und Nephrit.

5. Smaragdgrün. Die reinste grüne charakteristische Farbe des peruanischen Smaragdes. Die schönste der grünen Farbenvarietäten. Seltener am Malachit.

6. Apfelgrün. Blasses, wenig gelbliches Grün. Die Farbe des Chrysoprases von Kosemitz in Schlesien, eines von Nickeloxyd gefärbten körnigen Quarzes.

7. Grasgrün. Die schöne gelblichgrüne Farbe des Grases. Vorzüglich am Smaragdit, gemengten Varietäten von Augit und Amphibol, vom Bacher in Steiermark und von Corsika. Auch am Chalkolith und Malachit.

8. Pistaziengrün. Ein etwas bräunliches Gelbgrün. Am Epidot, besonders an den von dieser Farbe Pistazit genannten Varietäten. Am Chrysolith und Sphen.

9. Spargelgrün. Blasses gelbliches Grün. Am Chrysoberyll und dem Spargelstein genannten Apatit aus Spanien und Tirol.

10. Schwärzlichgrün. Am Augit und Amphibol sehr häufig, auch am Serpentin.

11. Olivengrün. Eine schmutzige, ins Gelbe und Braune geneigte Farbe, am Olivin, Granat, Pechstein.

12. Oehlgrün. Aehnlich der vorigen, doch mehr Gelb enthaltend, mehr Gelb auch als Spargelgrün. Die Farbe des Olivenöhles. Blende, Beryll, Pechstein.

13. **Zeisiggrün.** Ein lichtes, stark gelbliches Grün. Ausgezeichnet am Uranit von Autun, an einigem Pyromorphit.

6. Varietäten von Gelb.

1. **Schwefelgelb.** Eine grünliche Schattirung von Gelb. Die Farbe des reinen krystallisirten Schwefels.

2. **Strohgelb.** Blasses Gelb mit etwas Grau. Die Farbe einiger Arten von Stroh. Am Topas von Altenberg in Sachsen, Pyknit oder schörlartiger Beryll genannt, am Karpholith, der nach der Farbe benannt ist.

3. **Wachsgelb.** Gelb mit Grau und etwas Braun. Die Farbe einiges gelben Wachses. Die lichtern Varietäten von Gelbbleierz, Opal.

4. **Honiggelb.** Schönes dunkles Gelb, ins Röthlichbraune geneigt, am Kalkspath, Fluss, Topas, Quarz, Mellit.

5. **Zitronengelb.** Das reinste Gelb, die Farbe der Zitronen. An einigem Auripigment, charakteristisch im Pulver desselben. Am Uranocher.

6. **Ochergelb.** Gelb mit Braun. Am Eisenkiesel und Opaljaspis, Quarz und Opal, gemengt mit Eisenoxydhydrat.

7. **Weingelb.** Blass, wenig röthlich. Die Farbe einiger weisser Weine. Am Topas vom Schneckensteine in Sachsen, und von Mukla in Kleinasien, am Fluss.

8. **Isabellgelb.** Blass ins Gelblichbraune geneigt. An pulverigen Körpern, Steinmark und Bol.

9. **Orangegelb.** Stark in das Rothe geneigt. Die Farbe der reifen Pomeranzen. Am Gelbbleierz von Windischkappel in Kärnthen, und Ruszkberg in der Wallachisch-Illyrischen Militärgränze.

7. Varietäten von Roth.

1. **Morgenroth.** Roth mit vielem Gelb. Realgar, Rothbleierz.

2. **Hyacinthroth.** Ins Gelblichbraune geneigt. Am Hyacinth, einer Varietät von Zirkon, nach dem diese Farbe benannt wurde, am Granat.

3. **Ziegelroth.** Helles Roth, ins Gelblichbraune und Graue, nur an wenig durchscheinenden Körpern, wie die erdigen,

frisch gebrannten Ziegel, Porzellanjaspis, am Stilbit und Heulandit.

4. Scharlachroth. Die brennende, wenig ins Gelbe geneigte Farbe des fein gepulverten Zinnobers.

5. Blutroth. Dunkles, etwas gelbliches Roth. Die Farbe des Pyrops.

6. Fleischroth. Blasses, etwas gelbliches Roth. Etwa die vorige Farbe mit Grau, oder an blassen, wenig durchscheinenden Körpern. Am Adular, Baryt, Anhydrit.

7. Karminroth. Die reine rothe Farbe des Karmines. Ueberhaupt selten. Am Spinell ausgezeichnet, auch am haarförmigen Rothkupfererz, doch hier minder charakteristisch.

8. Koschenilleroth. Wenig ins Blaue und Graue geneigt; am Granat und Pyrargyrit.

9. Rosenroth. Blasses Karmin- oder Koschenilleroth, die schöne Farbe der Centifolie. Am sogenannten Rosenquarz, am Rothmanganerz.

10. Kermesinroth. Reines blauliches Roth, an dem schön gefärbten Rubin, einer Varietät des rhomboedrischen Korundes, an der Kobaltblüthe.

11. Pfirsichblüthroth. Blasses Kermesinroth in wenig durchscheinenden Körpern. Am Lepidolith, an den pulverförmigen Varietäten der Kobaltblüthe.

12. Kolombinroth. Dunkles, schwärzliches Kermesinroth. Am Almandin, einem dodekaedrischen Granate.

13. Kirschroth. Dunkles, etwas bräunliches Koschenilleroth des Pyrantimonits.

14. Bräunlichroth. Die sehr häufig durch Eisenoxyd hervorgebrachte Farbe erdiger Körper, wie z. B. des Rötheis, eines bekannten Zeichenmaterials. Am Eisenkiesel, Quarz mit Eisenoxyd gemengt.

8 Varietäten von Braun.

1. Röthlichbraun. Braun mit vielem Roth, schliesst sich an das vorige, an der Blende, dem Zirkon, Granat.

2. Nelkenbraun. Dunkles, aber klares, ins Violblaue geneigtes Braun. Am krystallisirten Quarz, genannt Rauchtopas, am Axinit.

3. Haarbraun. Etwas ins Gelblichgraue geneigt. Vorzüglich am Brauneisenstein, am Holzzinnerze und einigen Varietäten durch Eisenoxydhydrat gefärbten Opales.

4. Kohlbraun. Eine sehr gemischte Farbe, etwa zwischen Leberbraun und Violblau. Zuweilen am Zirkon von Ceylon.

5. Kastanienbraun. Das reinste Braun. Durch Eisenoxydhydrat gefärbter Jaspis aus Egypten, sogenannter egyptischer Jaspis.

6. Gelblichbraun. Ebenfalls durch Beimengung von Eisenoxydhydrat am Quarz, theils als Eisenkiesel, theils als Jaspis hervorgebracht. Am Turmalin aus Brasilien.

7. Holzbraun. Braun ins Gelblichgraue. Die lichte Farbe mancher alter Holzgeräthe. Ausgezeichnet am Bergholz von Sterzing in Tyrol, und an einigem bituminösen Holze.

8. Leberbraun. Ins Grüne geneigt. An einigem gemeinen Jaspis. Am Granat.

9. Schwärzlichbraun. Die so häufig erscheinende dunkle Farbe der besten Varietäten von Braunkohle.

Die im Vorhergehenden aufgestellten Farben gelten gleichsam als feste oder Vergleichungspunkte für in der Natur vorkommende Varietäten. Man beobachtet häufig Mittelfarben, welche zwischen zweien liegen, die jedoch nicht eben unmittelbar aufeinander folgende, selbst nicht zu einer Hauptfarbe gehörige zu seyn brauchen. Auch bedient man sich der Ausdrücke, die eine Farbe zieht sich, neigt sich oder verläuft sich in die andere. Die Ausdrücke: blass, licht, hoch, dunkel sind für sich klar.

So wie die Farben hier aufgezählt sind, finden sie sich wirklich an den Mineralien, und haben dadurch einen praktischen Werth. Doch wäre es interessant, sie theoretisch, etwa nach den Farben des prismatischen Spektrums, und nach den Mischungen derselben in den Farbenringen oder unmittelbar zu klassifiziren; auch verdienen sie ein solches Studium, indem sehr ungleichartige Erscheinungen mit einander verglichen sind.

Als ein Beispiel von Farbenmischung mag hier das Aschgrau erwähnt werden, welches durch das helle Berggrün des Eisenoxyduls mit einem kleinen Antheil von Violet des Man-

ganoxydes entsteht, so wie sich ersteres in der Reduktions-, letzteres in der Oxydationsflamme des Löthrohrs mit Borax oder Phosphorsalz hervorbringen lässt. Glasplatten beider Farben übereinander gelegt geben ein reines Aschgrau. Ohne Zweifel beruht ein Theil des Entfärbens eisenhaltiger Gläser durch Mangan auf einer solchen Mischung, wenn auch dann das Produkt nicht so klar erscheint, als bei reinerem Material, das einer Entfärbung nicht bedarf. So hat OSANN*) gefunden, dass von 1000 Theilen Licht durch hellgrünes Glas 630, durch hellblaues Glas 601, durch weisses durchsichtiges Tafelglas nur 539 Theile hindurchgingen. Das Violet des Mangans mit dem Gelb des Eisenoxydes gibt aber Braun, die Farbe zu stark oxydirter Gläser. Das Aschgrau dort ist nicht aus Weiss und Schwarz, sondern aus Grün und Violet, das Gelblichbraun hier nicht aus Gelb, Roth und Schwarz, sondern aus Gelb und Violet gemischt.

Ueber die von Mangan und Eisen herrührenden Farben der Lepidolithe bemerkt HEINRICH ROSE**), „dass die rosenrothen „und pfirsichblüthrothen kein Eisen enthalten, während die eisen„haltigen von Zinnwald, Cornwall und andern Orten grau oder „gelb sind," letzteres selbst bis ins Braune.

Jeder mögliche Farbenton kann in durchsichtigen, ein jeder in undurchsichtigen Körpern dargestellt werden, jene in Gläsern, diese in Deckfarben. Aber die Wirkung ist sehr verschieden. So gibt es viele Farben unter den aufgezählten, welche nur an durchsichtigen Krystallen, andere, welche nur an pulverigen, glanzlosen Massen vorkommen, viele unterscheiden sich nur in der Intensität.

An einfachen Mineralien, vorzüglich an Krystallen, ist die Masse grösstentheils von gänzlich gleicher Farbe. Unter den wenigen Ausnahmen ist vielleicht die geflammte Farbenzeichnung an dem vollkommen theilbaren Kyanit die merkwürdigste. An den Saphyrkrystallen sind oft die Spitzen von einem tiefen Blau, während die Mitte der Krystalle grünlich oder wasserklar ist. Das Vorkommen verschiedener Farben an einem Krystall hängt oft von den

*) POGGENDORFF, 1831. 33. p. 405.
**) POGGENDORFF, 1843. 58. p. 151.

Krystallschalen §. 99 ab. So werden dunkellauchgrüne sechsseitige Prismen von Apatit umgeben von schön violblauen Schalen, welche den vollkommen auskrystallisirten Umriss bilden. In der Richtung der Axe besehen unterscheiden sich die Farben scharf. Zuweilen beobachtet man eine zweimalige Abwechselung, oft nach dem ersten Violblau ein Oelgrün. Es gibt Turmalinkrystalle von Elba, von denen ich mehrere Herrn W. W. Smyth verdanke, die an dem Ende, wo sie aufgewachsen sind, eine schwärzlichgrüne Farbe zeigen, aber nach und nach erst pistazien-, dann ölgrün, endlich schön rosenroth erscheinen, mit dieser Farbe ist der Krystall in der *o* Fläche senkrecht auf die Axe vollendet. Ueber dem Rosenrothen wiederholt sich manchmal ein blasses, gelbliches Grün, und die gleich darauf folgende Endkrystallisation ist das Rhomboeder R = 133° 26′ von blaulichschwarzer Farbe. In der Richtung der Axe erscheinen schwarze neunseitige Prismen eingeschlossen von blauen, rothe von grünen, zu Goshen und Chesterfield in Massachussets. Am Topas sind honiggelbe rhombische Prismenkombinationen umgeben von blasscitronengelben, weingelbe von rosenrothen u. s. w. Am Amethyst erscheint die Färbung weiss, blassweingelb, honiggelb, violblau in verschiedener Tiefe, oft an einem Stücke, abgesehen von der streifenweisen Abwechselung parallel den Quarzoidflächen.

An gemengten oder gar zusammengesetzten Mineralien erscheinen Farbenzeichnungen häufiger. Werner unterschied mancherlei Varietäten derselben, die für Bestimmung und Beschreibung der Species und bestimmbarer Varietäten wenig anwendbar, für die technische Betrachtung gewisser Mineralvorkommen doch manches Interesse bieten, wie für die Achate, Jaspisse, Marmore, Serpentine u. s. w.

Punktirt mit kleinen runden Punkten ist sehr schön der Achat von Oberstein, roth von Eisenoxyd im durchscheinenden Chalcedongrunde; der Heliotrop roth im dunkelgrünen Grunde.

Gefleckt, mit etwas grösseren scharf abgeschnittenen anders gefärbten Flecken als der Grund, vorzüglich Porphyre mit kleinen Krystallen im gleichförmigen Grunde.

Gewolkt, mit grossen rundlich in einander verwaschenen Flecken kommt häufig vor am Marmor, z. B. dem grauen von Carrara.

Geflammt, mit länglichen unbestimmten sogenannten Flammen, ebenfalls am Marmor, an einigen Bandjaspis.

Gestreift, mit abwechselnden Lagen von mehreren Farben, vorzüglich am Bandjaspis, wo die rothen, grünen, gelben Bänder von einer Färbung durch Eisenoxyd, Eisenoxydul und Eisenoxydhydrat veranlasst werden.

Geadert oder **marmorirt**, das Resultat breccienartiger Zertrümmerung und darauf folgender Verwachsung der Bruchstücke zu einem festen Körper, der nun mancherlei Farben der Grundmasse und der im Bruche erscheinenden Adern zeigt, vorzüglich am Marmor, auch am Serpentin.

Die als **dendritische** und **ruinenförmige** Zeichnungen von Werner betrachteten Erscheinungen sind bereits und zwar die ersteren, den nachahmenden Gestalten §. 103, die letzteren, den durch Oxydation von der Oberfläche her entstehenden verschieden gefärbten Lagen und ihrer Zerklüftung und Verschiebung §. 114 zugewiesen worden.

118. Strich.

Die Mineralien zeigen oft im Ganzen eine andere Farbe, als wenn man sie pulvert. Die Farbe des Pulvers wird der **Strich** genannt, aber auch alle übrigen Beobachtungen werden zu diesem Merkmale gerechnet, welche man während des Pulverns macht.

Die Methode ist nämlich die, dass man mit dem Minerale über einen rauhen, weissen, harten Körper am besten eine Porzellan-Biscuit-Platte hinwegstreicht, einen **Strich** macht und die Wirkung beobachtet. Es bleibt nämlich ein Pulver darauf zurück, zuweilen nimmt die gestrichene Ecke einigen Glanz an. Bedient man sich einer Feile anstatt der Biscuit-Platte, so nehmen sich die Farben des Pulvers nicht deutlich aus.

Viele Mineralien, vorzüglich die weissen, sind im Striche unverändert. Die meisten weissen oder grauen, auch viele farbige Mineralien geben ein weisses oder nur wenig ins Graue fallendes Pulver. Man nennt diess einen **ungefärbten** Strich.

Der Strich ist sehr häufig heller, höher als die Farbe, besonders bei Mineralien von nicht metallischem Ansehen. So ist er lichtblau an der dunkellasurblauen Kupferlasur, hellgrau an

dem bräunlichschwarzen Zinnstein, hellgelblichgrau an dem dunkelröthlichbraunen Rutil, scharlachroth an dem koschenillerothen Zinnober, grün an der eisenschwarzen Glanzblende, kirschroth an dem beinahe eisenschwarzen Eisenglanz von Elba. An dem letzten Minerale findet diess Verhältniss sogar bei vollkommen metallischem Ansehen statt.

An vollkommen metallischen Mineralien ist der Strich in der Regel entweder von gleicher Farbe, wie an den dehnbaren Metallen Gold, Silber, auch am Bleiglanz, Antimonglanz, oder er ist dunkler, grösstentheils schwarz, wie am Kupferkies, den Eisenkiesen, Arsenikkies u. s. w.

Höchst merkwürdig sind die Strichverhältnisse der Kobaltblüthe und des Vivianits. Erstere gibt auf Porzellanbiscuit einen blass rosenrothen Strich. Das Pulver trocken in einer Reibschale gerieben, ist dunkellavendelblau. Nass gerieben bleibt es roth, wie das Mineral selbst. Der Strich des Vivianits ist weiss, wird aber an der Luft und am Lichte blau. Trocken gerieben ist das Pulver leberbraun.

Das Pulver des weissen vollkommen durchsichtigen Diamants ist grau, um desto dunkler, je feiner es gerieben wird.

Die dehnbaren Metalle zeigen einen erhöhten Glanz im Striche; man beobachtet diess auch an einigen weichen Mineralien mit metallischem Ansehen, aber auch an Erdharzen, weichen Kohlen, Thonen und anderen zerreiblichen Mineralien. Letztere nehmen Glanz an, wenn man die natürlich matte, gänzlich glanzlose Fläche mit dem Fingernagel streicht. Steinsalz zeigt eine glänzende Stelle, wo der Strich versucht wurde, auch nimmt es Glanz unter dem Nagel an.

119. Durchsichtigkeit.

Die Durchsichtigkeit der Mineralien hängt von der grössern oder geringern Menge von Lichtstrahlen ab, welche sie hindurchlassen, so wie von der paralleleu oder unordentlichen Lage, in welcher dieses geschieht. Es gibt Mineralien, welche von vollkommen gleicher Beschaffenheit in ihrem Innern in dünnen Blättchen ganz klar erscheinen, aber doch in dicken Stücken kein Licht durchlassen. Die Lichtstrahlen gehen zwar in paral-

leler Richtung fort, werden aber während ihres Fortschrittes von dem Körper absorbirt. Andere sind trübe, das Licht wird in allen Richtungen unordentlich abgelenkt, und dann um so schneller an dem Durchgehen durch den Körper verhindert. Diese beiden Verhältnisse verdienen wohl von einander gesondert zu werden, doch werden sie zusammengenommen in folgende fünf Grade getheilt, die vorzüglich in den Beschreibungen dazu dienen, ein Bild der beschriebenen Mineralien zu geben.

1. Durchsichtig sind Mineralien, welche dem Lichte so sehr den freien Durchgang gestatten, dass man hinter denselben befindliche Gegenstände z. B. Schriftzüge scharf und deutlich erkennen kann.

Dieser Grad der Durchsichtigkeit, mit weisser Farbe verbunden, heisst wasserhell, wie er am Bergkrystall häufig vorkommt. So an den Varietäten aus dem Dauphiné, den kleinen losen oder eingewachsen gebildeten sogenannten Marmaroser Diamanten u. s. w. Durchsichtig sind viele Gemmen, welche ihres schönen Wassers und ihrer angenehmen Farben wegen als Schmucksteine geschliffen werden. Die glatte Oberfläche erleichtert die Beobachtung der Durchsichtigkeit. Eine rauhe Oberfläche wirft an sich das Licht unordentlich zurück, man wird daher durch Schleifen und Poliren eine glatte Oberfläche hervorzubringen suchen müssen. Für den Zweck der Beobachtung reicht es oft hin, zwei kleine geschliffene Glasplatten mit einem Harze, z. B. dem sogenannten kanadischen Balsam auf das zu untersuchende Stück von zwei entgegengesetzten Seiten aufzukleben, so dass man hindurch sehen kann, wenn anders das Mineral selbst den erforderlichen Grad der Durchsichtigkeit besitzt. Durch das Harz, welches die Unebenheiten der Oberfläche, z. B. an Bergkrystallgeschieben, ausgleicht, und die aufgeklebte Platte erscheint die Oberfläche wie vollständig polirt. Es gibt durchsichtigen Kalkspath, Gyps, Baryt, Adular u. s. w.

2. Halbdurchsichtig sind Mineralien, welche nur unvollständige, gleichsam verwaschene Umrisse erkennen lassen.

Dieser Grad kommt meistens bei weniger vollkommener Krystallisation, wie an vielem Quarze, an den meisten Kalkspath- und Barytkrystallen vor, aber auch schon an zusammen-

gesetzten Varietäten von Quarz, dem Chalcedon, Karniol und den Achaten.

3. Durchscheinend. Ein noch geringerer, sehr häufig vorkommender Grad, bei dem doch noch das ganze Stück einiges Licht gleichförmig hindurchlässt. Viele dunkelgefärbte krystallinische, auch viele zusammengesetzte Varietäten.

4. An den Kanten durchscheinend. Nur die dünnen scharfen Ränder und Kanten erlauben einigem Lichte den Durchgang. Der Hornstein ist nur mehr an den Kanten durchscheinend, während der Feuerstein durchscheinend genannt werden muss. Beide sind zusammengesetzte Varietäten von Quarz mit verschwindender Grösse der Individuen.

5. Undurchsichtig. Die undurchsichtigen Mineralien lassen kein Licht durch. Dergleichen sind die metallischen Mineralien aus den Ordnungen der Metalle, Kiese und Glanze. Wohl hat man gefunden, dass selbst Gold nicht schlechthin undurchsichtig genannt werden kann, da dünnes Goldblatt, dessen Dicke nur $\frac{1}{300.000}$ eines Zolles beträgt, auf Glas geklebt, doch noch einen Schein grünlichen Lichtes durchfallen lässt; doch begreifen wir diess in der mineralogischen Terminologie unter dem Undurchsichtigen. Das metallische rhomboedrische Eisenerz Mohs in den dünnen Schuppen des sogenannten Eisenglimmers zeigt bei durchfallendem starken Lichte ein schönes Blutroth. Auch unter den Mineralien von nicht metallischem Ansehen, besonders in der Ordnung der Erze findet Undurchsichtigkeit statt, wie am Uranerz, am Wolfram, Lievrit.

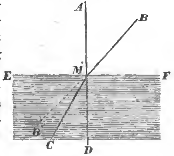
Aus den vorhergehenden Beispielen am Quarze erscheint das Verhältniss der Durchsichtigkeit als kein solches, welches auf die Unterscheidung der Spezies Einfluss hat, dagegen dient es vorzüglich in der Unterscheidung zusammengesetzter Varietäten, welche die geringeren Grade, von den einfachen, welche höhere Grade der Durchsichtigkeit besitzen. Amorphe Mineralien besitzen gewöhnlich höhere Grade, als krystallinische von verschwindender Grösse der Individuen, wie Opal in Vergleich mit Feuerstein oder Hornstein. Sie verhalten sich eben so in Hinsicht auf die Durchsichtigkeit, wie in Hinsicht auf den Glanz.

120. STRAHLENBRECHUNG.

Die im Vorbergehenden betrachteten Verhältnisse von Glanz, Farbe und Durchsichtigkeit stellen die allgemeine Erscheinung der Wirkung der Mineralkörper auf das Licht dar. Die physikalische Begründung derselben führt in mancher Beziehung auf genauere Untersuchungen und Beobachtungsmittel, welche selbst wieder von der grössten Wichtigkeit für die Kenntniss unorganischer Naturkörper sind. Sie betreffen die Strahlenbrechung, einfache und doppelte, die Farbenzerstreuung, die Lichtpolarisation, den Pleochroismus, die Interferenzphänomene in den Farbenringen und dünnen Blättchen überhaupt. Viele zusammengesetzte Erscheinungen, die mit eigenen Ausdrücken bezeichnet wurden, das Irisiren, das Farbenspiel, das Opalisiren, die Farbenwandelung finden in jenen ihre Erklärung.

So lange das Licht in einem gleichförmigen Mittel sich fortbewegt geschieht diess geradlinig oder in gleichbleibender Richtung, zum Beispiel durch die Luft oder durch das Wasser. Tritt das Licht aus dem einen in das andere, so ändert es beim Eintritte seine Richtung, setzt aber dann den Weg in dem zweiten wieder geradlinig fort. Ein Lichtstrahl BM, Fig. 475, geht von B nach M durch Luft, trifft aber bei M die Oberfläche eines andern, dichteren Körpers, z. B. die Oberfläche von Wasser. Er verfolgt nun nicht mehr den geraden Weg fort nach B', sondern wird nach C abgelenkt in einer Richtung, welche zwischen der Fortsetzung des Strahls MB' und der auf EF gezogenen Senkrechten AD, welche durch den Punkt M geht, inne liegt. Man sagt von dem Lichtstrahle MB er sey gebrochen, in dem Einfallspunkte M, und zwar zum Perpendikel AD. Der Winkel AMB, den der einfallende Strahl BM mit der Senkrechten AM, dem Einfallslothe macht, ist der Ein-

Fig. 475.

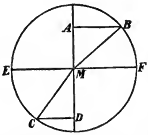


fallswinkel; der Winkel *CMD*, den der gebrochene Strahl *CM* mit der Fortsetzung *MD* des Einfallslothes macht, ist der Brechungswinkel.

Das Gesetz der Brechung ist folgendes:

Für jede Grösse des Einfallswinkels *AMB* ist die Grösse des Brechungswinkels *CMD* Fig. 476 eine solche, dass das Verhältniss der Linien *AB* und *CD* beständig bleibt, *AB* ist aber der Sinus des Einfallswinkels, *CD* der Sinus des Brechungswinkels. Die beständige Zahl $\frac{AB}{CD} = \frac{\sin AMB}{\sin DMC}$, oder der Sinus des Einfallswinkels, dividirt durch den Sinus des Brechungswinkels, ist der Brechungsexponent, oder der Exponent des Brechungsverhältnisses des durchsichtigen Körpers *ECF*, verglichen mit dem des durchsichtigen Körpers *EBF*.

Fig. 476.

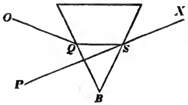


Für Licht und Wasser ist der Brechungsexponent nahe $\frac{4}{3}$ oder in Decimalen 1 336, der von Luft und Krystallglas = 1.525. Im Allgemeinen für den Uebergang aus einem dünneren in ein dichteres Mittel ist der Exponent n immer grösser als 1.

Der Winkel *AMB* kann nicht grösser werden als 90°, dann ist $CD = \frac{1}{n}$. Da aber diese Grösse immer $= \sin DMC$ bleibt, so wird hier ein fester, der sogenannte Grenzwinkel erreicht, der für Wasser = 48° 35′ ist. Licht, welches jenseits dieses Winkels aus Wasser in Luft treten soll, wird gänzlich zurückgeworfen.

Zur Bestimmung des Brechungsverhältnisses bedient man sich eines brechenden Prismas, Fig. 477, in welchem bei dem Durchgange der Lichtstrahl *OQSX* zweimal, einmal bei *Q* zum Perpendikel, einmal bei *S* vom Perpendikel hinweg gebrochen wird. Da man den Winkel der Richtungen *OQ* und *PX*

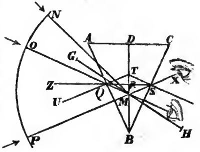
Fig. 477.



messen kann und den Winkel des Prisma QRS kennt, so kann man daraus den Exponenten berechnen.

Zur Messung selbst dient das in §. 22, Seite 67 beschriebene Reflexionsgonyometer, wie folgt. Das durchsichtige Prisma, dessen Hauptschnitt ABC Fig. 478, wird in der Richtung seiner Axe an die durch den Punkt M gehende Axe des Reflexionsgonyometers mit Wachs befestigt. Ein von dem Gegenstande O kommender Lichtstrahl fällt bei Q auf die Fläche AB. Er wird zum Perpendikel UT gebrochen, und geht nun bis an den Punkt S im Prisma fort, von welchem aus er wieder in die Luft hinaustritt und als in einem weniger dichten Mittel vom Perpendikel weggebrochen wird.

Fig. 478.



Beobachtet man das regenbogenfarbig eingefasste Bild von O in der Richtung von XM, und dreht dabei das Prisma um seine Axe, so steigt das Bild immer höher hinauf, bis es in der Richtung XP still steht, worauf es sich wieder hinabwärts zu bewegt. Der Bogen OP oder der Winkel OMP heisst das Minimum der durch das Prisma hervorgebrachten Ablenkung.

In dem Bilde P wählt man zur Messung den hellsten Punkt, der gewöhnlich im Gelb gelegen ist. Gegen den Gegenstand O zu folgen die rothen, von demselben weg die grünen, blauen und violetten Ränder des hellen Bildes. Um den Punkt P für die Beobachtung festzuhalten, befestigt man in der Richtung XP einen sichtbaren Gegenstand, z. B. ein Stückchen Papier mit einer horizontalen Kante, entweder am Fenster oder darunter, auch wohl auf dem Tische, der das Instrument trägt. Der Gegenstand O ist zweckmässig ein horizontaler Spalt in einem verfinsterten Fenster, oder eine Kerzenflamme, vor welcher ein horizontal durchschnittenes Kartenpapier befestigt ist. In der Figur 478 ist nun der Einfallswinkel OQU und der Brechungswinkel TQR bekannt. Der letztere ist nämlich $= QBT$, oder dem halben Winkel des Pris-

mas ABC, während der erstere gleich $OQZ + ZQU$ ist, oder, da ZQU wieder $= TQR$, so ist der Einfallswinkel $= OQZ + \frac{ABC}{2}$. Der Winkel des Prismas ABC wird auf die gewöhnliche Art durch Spiegelung der beiden Flächen gemessen. Der Winkel OMP, der dem doppelten des Winkels OQZ gleich ist, wird gemessen, indem man die Spiegelung eines höher als O liegenden hellen Punktes N nach einander in die Richtungen MO und MP bringt. Wenn nun der Beobachter in der Richtung MO hinsieht, so fällt das Bild von N auf O, wenn die spiegelnde Fläche in der Lage GH den Winkel NMO halbirt. Das Bild des Gegenstandes N von dem Punkte O bis in die Richtung MP bewegt, erscheint in P, wenn die spiegelnde Fläche in einer Lage parallel ZS den Winkel OMP halbirt. Die wahre Winkelgrösse OMP ist daher doppelt so gross, als der Winkel OQZ, welcher auf dem Rande des Gonyometers abgelesen wird.

Die Formel für den Brechungsexponenten ist also:

$$n = \frac{\sin (OQZ + \frac{1}{2}ABC)}{\sin \frac{1}{2}ABC}.$$

Am Fluss wurde das brechende Prisma der Theilbarkeit von zwei Flächen des Oktaeders begrenzt, zur Bestimmung des Brechungsverhältnisses untersucht. Sie schneiden sich unter 70° 32′. Das Minimum der Ablenkung beträgt = 20° 46′. Es ist daher $OQZ = 20° 45'$ und $\frac{1}{2} ABC = 35° 16'$, also der Einfallswinkel = 56° 1′, den Brechungswinkel = 35° 16′. Nun ist

$$\begin{aligned} \log \sin 56° 1 &= 9{\cdot}91866 \\ \log \sin 35° 16 &= 9{\cdot}76146 \\ & \overline{0{\cdot}15720} = \log 1{\cdot}436. \end{aligned}$$

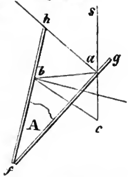
Der Exponent des Brechungsverhältnisses am Fluss ist also = 1·436.

Gonyometer mit horizontalen Scheiben lassen sich eben so zur Messung anwenden. Man hat dabei noch den Vortheil, dass man Kerzenflammen ohne Bedeckung als helle Gegenstände gebrauchen kann, da die Spitze selbst die feinste vertikale Begrenzung darbietet. Bei dem BABINET'schen und GAMBEY'schen Gonyometer ist die Beobachtung durch das im Kreise um die Axe des Instrumentes bewegliche Fernrohr mit Fadenkreuz noch leichter.

Auch mit Theodoliten kann man nach WILLIAM SWAN *) durch ein sehr sinnreiches Verfahren gut den Brechungsindex und zugleich in einer Messung den Winkel des brechenden Prismas finden.

Man klebt nämlich, wie *fg* und *fh* in Fig. 479, Glasplatten auf die Flächen des brechenden Prismas *A*. Der in der Richtung *sa* einfallende Strahl wird nach *b*, der Strahl *ab* von *b* nach *c* zurückgeworfen, und ein Bild *s* erscheint in der Richtung *cb* unbeweglich. Dadurch wird der Winkel $scb = 2bfa$ bestimmt.

Fig. 479.

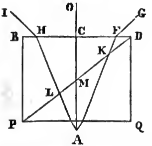


Ein Apparat, der so zusammengesetzt ist, wird an das Fernrohr des Theodolits angesteckt. Man beobachtet: 1. direkt den Gegenstand in *s*; 2. das Minimum der Ablenkung durch das brechende Prisma; 3. das unbewegliche Bild durch die doppelte Zurückwerfung gewonnen.

Der Winkel des Minimums der Ablenkung sey $= \varphi$, der Winkel des festen Bildes oder $scb = \psi$, so ist der Brechungsexponent $n = \frac{\sin(\frac{1}{2}\psi + \frac{1}{2}\varphi)}{\sin\frac{1}{2}\psi}$. Ist die Entfernung des beobachteten Gegenstandes gross, so drückt $\frac{r \sin \frac{1}{2}\psi}{d \sin 1''}$ nach SWAN die zu dem gefundenen Brechungswinkel $\frac{1}{2}\psi$ hinzuzufügende Korrektion wegen der Excentricität aus, wobei *d* die Entfernung des Gegenstandes, und *r* die Entfernung des Prismas von der Axe des Theodolits bedeutet.

Man kann den oben erwähnten Grenzwinkel selbst und die Erscheinungen zu beiden Seiten desselben sehr schön durch zwei aneinander gestellte Glasprismen von gleichem Winkel, wie *BDP* und *DPQ* Fig. 480 beobachten. Man sieht von *A* in der Richtung *AC* hin, und dreht, wenn diese Linie noch durchsichtig war,

Fig. 480.



*) JAMESONS Edinburgh New Philosophical Journal Jan. 1844, p. 102.

das Ganze in der Richtung DF, so lange bis die rechts von C gelegene Seite ganz undurchsichtig erscheint, während links von C noch Alles klar ist. Die Strahlen wie FK werden nämlich bei der oberen Fläche des Glases zunächst der Luftschicht DP schon gänzlich zurückgeworfen, während die wie HL einfallenden noch hindurchgehen.

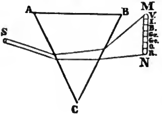
Diese Beobachtung des Grenzwinkels für einen bekannten Prismenwinkel gibt natürlich ebenfalls den Brechungsexponenten. Der Saum bei M ist mit den am wenigsten brechbaren rothen Strahlen eingefasst. Werden die zwei Prismen bei D etwas weniges aneinander gedrückt, so zeigen sich in den Fransen die schönsten und mannigfaltigsten Farbenmischungen aus der Tinte der farbigen Ringe und dem orangefarbigen und rothen Saume zusammengesetzt.

Die hier beschriebene einfache Strahlenbrechung zeigen unter den Mineralien diejenigen, deren Formen in das tessularische System gehören, die körnig zusammengesetzten und die amorphen. Bei den ersteren ist die einfache Strahlenbrechung das Resultat dreier senkrecht aufeinander stehenden Anziehungsaxenrichtungen gegen das Licht, bei den andern verhält sich der Körper selbst indifferent. Sir David Brewster hat am Analzim, am Borazit, Biot am Alaun Erscheinungen beobachtet, welche diese Körper in Hinsicht auf das allgemeine Gesetz als Ausnahme bezeichnen. Wenn auch symmetrisch ausgetheilt, ist in diesen die optische Struktur nicht durch den ganzen Krystall hindurch gleichförmig.

121. Farbenzerstreuung. Farbenspiel.

Die Bilder, welche man durch Brechung der Lichtstrahlen erhält, sind nicht einfarbig. Die Strahlen von einem leuchtenden Kreise S Fig. 481 werden durch das Prisma ABC dergestalt beim Eintritte und beim Austritte gebrochen, dass sie eine längliche Figur, ein Farbenspektrum MN hervorbringen, in welchem von den am wenigsten zu den am stärksten gebrochenen Strahlen, die Farben in

Fig. 481.



dieser bestimmten Folge beobachtet werden: **Roth, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo, Violet.**

Folgende Tabelle zeigt die im hellsten Punkte des Spektrums, nämlich im Gelb gemessenen Brechungsexponenten von Mineralien, welche einfache Strahlenbrechung besitzen. Zur Vergleichung folgen noch Kronglas und Flintglas; alles aus Herschel, vom Licht, übersetzt von Schmidt, p. 625; endlich fügte ich noch eine Beobachtung an Krystallen H.O von Chlorsilber bei.

Alaun	1·457	Brewster.	Flintglas	1·642	Fraunhofer.
	1·467	Wollaston.	Spinell	1·756	Herschel.
	1·475	Biot.Young.		1·761	Brewster.
Fluss	1·433	Wollaston.		1·812	Wollaston.
	1·436	Brewster.	Pyrop	1·792	Brewster.
Kerat	2·070		Diamant	2·439	Newton.
Opal	1·479	Brewster.		2·470	Brewster.
Obsidian	1·488	Brewster.		2·487	Brewster.
Kronglas	1·525	Wollaston.		2·755	Rochon.

Jedes Spektrum gibt aber natürlich für die äussersten rothen und violetten Strahlen verschiedene Exponenten. Je grösser der brechende Winkel, desto länger wird auch das Spektrum; aber selbst bei gleichen Winkeln zeigt ein Mineral ganz andere Verhältnisse als ein anderes. Man nennt das Verhältniss der einem jeden Körper eigenthümlichen Erscheinungen in dieser Hinsicht die **Farbenzerstreuung** oder **Dispersion** und drückt sie durch den Unterschied der Brechungsexponenten des rothen und violetten Strahles aus.

Die folgende Tabelle gibt die Grösse der Dispersion für mehrere Körper, nach Brewsters Messungen. Die zweifache für Kalkspath und Rothbleierz gilt für die zwei Strahlen der Doppelbrechung.

Kryolith	0·007	Turmalin	0·019
Fluss	0·010	Gyps	0·020
Wasser	0·012	Sapphir	0·021
Quarz	0·014	Axinit	0·022
Smaragd	0·015	Beryll	0·022
Kalkspath	0·016	Topas	0·025

Kalkspath	0·027	Diamant	0·056
Granat	0·027	Phosphor	0·156
Steinsalz	0·029	Rothbleierz	0·388
Spinell	0·031		0·570.

Aber nicht nur die Spektra sind ungleich, auch die Vertheilung der Farben in denselben wechselt von einem Körper zum andern, oft sehr auffallend, wie diess insbesondere Fraunhofer durch höchst genaue Messungen an mehreren Körpern nachgewiesen hat. Bei einigen sind die rothen und gelben, bei anderen die grünen und violetten Strahlen mehr ausgedehnt als die andern.

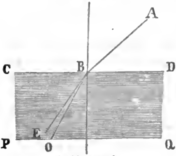
Die Brechung der Strahlen gibt prismatisch gefärbte Bilder, die von den hintern Flächen geschliffener Edelsteine zurückgeworfen werden. Je stärker die Farbenzerstreuung ist, desto bunter erscheinen diese von hellen rothen, grünen und blauen Tinten. Man hat den Totaleindruck dieses Phänomens das Farbenspiel der Mineralien genannt, so wie es vorzüglich am Diamant beobachtet wird, besonders in der Brillantgestalt.

122. Doppelte Strahlenbrechung.

Bei den Krystallen, deren Formen nicht in das tessularische System gehören, bietet der Versuch die Strahlenbrechung zu beobachten, zwei Bilder anstatt eines einzigen, und zwar findet diess sowohl bei den rhomboedrischen und pyramidalen, den absolut einaxigen Mineralien statt, als auch bei den prismatischen, augitischen und anorthischen, bei welchen nur relativ eine Axe als Hauptaxe für die krystallographische Betrachtung angenommen wurde. Diese Erscheinung wird die doppelte Strahlenbrechung genannt.

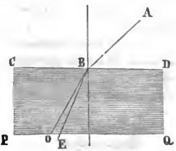
Der einfallende Strahl Fig. 482 und 483 wird bei dem Eintritt in das dichtere Mittel in zwei Strahlen zertheilt, und zwar befolgt der eine derselben, nämlich der Strahl *BO* das gewöhnliche Brechungsgesetz und hat einen wirklichen Brechungsexponenten, der dem Sinus des Einfallswinkels, dividirt durch den Sinus des Brechungswinkels, gleich ist. Er heisst der gewöhnliche, ordentliche oder ordinäre Strahl. Der Strahl *BE* hat nur in der Ebene senkrecht auf die Axe einen allgemeinen

Fig. 482.



Kalkspath.

Fig. 483.



Quarz.

giltigen Exponenten, in den verschiedenen geneigten Lagen folgt er einer mittleren Richtung, und wird auf den gewöhnlichen Strahl bezogen. Er heisst der ungewöhnliche, ausserordentliche oder extraordinäre Strahl. Der gewöhnliche, ordinäre Strahl wird durch O; der ungewöhnliche, extraordinäre durch E bezeichnet. Es gibt Mineralien, bei welchen die Ablenkung des ordinären Strahles stärker ist, als die des extraordinären Fig. 482 wie der Kalkspath; es gibt auch andere, bei welchen die Ablenkung des extraordinären Strahles stärker ist, als die des ordinären Fig. 483 wie der Quarz.

Es stellen in den Figuren 482 Kalkspath und 483 Quarz krystallographisch einaxige, nämlich rhomboedrische Mineralien, CD eine Fläche der Axe parallel, PQ die krystallographische Axe selbst vor, so erscheint beim Kalkspathe Fig. 482 der extraordinäre Strahl BE in Vergleich mit dem ordinären BO von der Axe abgestossen. Man nennt sie daher auch eine repulsive oder negative Axe. Beim Quarze dagegen Fig. 483 wird der extraordinäre Strahl BE im Vergleich mit dem ordinären BO angezogen, die Axe desselben heisst daher eine attraktive oder positive Axe. Die optische Axe des Kalkspaths ist repulsiv oder negativ, die optische Axe des Quarzes attraktiv oder positiv. Die optischen Axen fallen hier mit den krystallographischen zusammen. Wie in den natürlichen Krystallen die krystallographische Axe nicht eine einzelne Linie, sondern eine Richtung von Linien bedeutet, §. 89 Seite 228, so betrachten wir auch in den optischen Axen in der That Axenrichtungen.

Man nennt die Körper mit negativer Axe auch wohl **optisch negative**, die mit positiver Axe **optisch positive** Krystalle.

In der Ebene senkrecht auf die Axe befolgt auch der extraordinäre Strahl das gewöhnliche Brechungsgesetz. Nur am Kalkspath und am Quarz wurden bisher die Exponenten ihrer Art und Grösse nach bestimmt, und zwar von Malus, wie folgt:

Kalkspath, negativ oder repulsiv $\begin{cases} O = 1{\cdot}6543, \\ E = 1{\cdot}4833, \end{cases}$

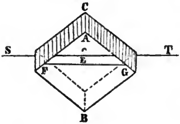
Quarz, positiv oder attraktiv $\begin{cases} O = 1{\cdot}5484, \\ E = 1{\cdot}5582. \end{cases}$

Die doppelte Strahlenbrechung ist zuerst am Kalkspathe beobachtet worden, und zwar an der vollkommen durchsichtigen Varietät aus Island, welche zugleich mit der grössten Vollkommenheit in den drei Richtungen des Grundrhomboeders R = 105° 5′ theilbar ist und welche ihrer Eigenschaft wegen die Benennung des **isländischen Doppelspathes** erhalten hat.

Erasmus Bartholinus in Kopenhagen beschrieb sie zuerst im Jahre 1669 in einem Werke: *Experimenta Crystalli Islandici, disdiaclastici, quibus mira et insolita refractio detegitur.* Huyghens stellte das Gesetz der doppelten Brechung am Kalkspathe auf.

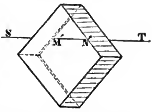
Legt man ein Spaltungsrhomboeder von Doppelspath über einen horizontalen schwarzen Strich *ST* Fig. 484, der zu beiden Seiten hervorragt, auf ein Blatt Papier, so wird man zwei Bilder des Striches wahrnehmen, wenn man durch die obere Fläche *FAGB* hindurch sieht. In dem Falle, dass der Strich der horizontalen oder längeren Diagonale der Fläche parallel ist, erscheint die Entfernung der beiden Striche am grössten, sie erscheint am kleinsten, die zwei Bilder decken sich, und bringen den Eindruck eines einzigen Striches hervor, wenn

Fig. 484.



derselbe der kürzern oder geneigten Diagonale des Rhomboeders parallel ist, wie in Fig. 485.

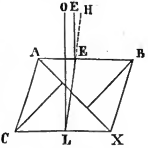
Fig. 485.



Ein Punkt auf dieselbe Art betrachtet erscheint doppelt. Bei jeder Lage des Rhomboeders erscheinen zwei Bilder, durch welche hindurch sich eine Linie legen lässt, die der kleinen Diagonale parallel ist.

Bringt man das Auge *O* senkrecht über den Punkt *L* Fig. 486, so erscheint ein Bild in der Richtung dieser beiden Punkte in *O*. Es wird durch den gewöhnlichen Strahl *LO* hervorgebracht. Das zweite Bild erscheint tiefer gegen die Seitenecke *B* in dem Hauptschnitte *ABXC* herabgedrückt. Es wird durch den ungewöhnlichen Strahl *LE* hervorgebracht. Die repulsive Wirkung der Axe, welche der Axe *XA* parallel von dem Einfallspunkte *L* gerechnet wird, hat den Strahl *LE* mehr als den gewöhnlichen *LO* von der Axe entfernt. Will man den Strich *ST* in der Richtung seines Bildes *FG* sehen, so muss man das Auge in die bedeutend von der perpendikulären *OL* abweichende Richtung *HL* bringen, die mit der vorigen einen Winkel von 6° 12′ macht. Die Rhomboederkante *XB* schliesst mit *LO* den Winkel von 18° 8′ ein.

Fig. 486.



Hält man das Rhomboeder schief gegen das Papier, doch so, dass der Hauptschnitt *ABXC* senkrecht bleibt, so nähern sich die Bilder bei der Lage Fig. 487, wenn der Lichtstrahl sich der Richtung der Axe *AX′* nähert, sie entfernen sich, wenn man in der Richtung senkrecht auf die Axe *AX′* Fig. 488 hinsieht. Durch eine Fläche *o*,

Fig. 487.

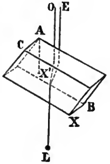


Fig. 488.

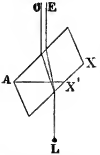


Fig. 489.

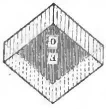
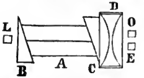


Fig. 490.



senkrecht auf die Axe sieht man in der Richtung der Axe nur ein Bild. In der Richtung senkrecht auf die Axe sieht man durch parallele Flächen auch nur ein Bild. In dem ersten Falle ist die Repulsivkraft nach allen Richtungen gleich, in dem letzten wirkt sie in der Richtung des Lichtstrahls selbst.

Sehr schön beobachtet man die doppelte Strahlenbrechung, wenn man eine Oeffnung in schwarzem Grunde betrachtet, wie Fig. 489. Der obere Strahl ist dann der ordentliche O, der untere der ausserordentliche E.

Auf dieser Sonderung der Bilder und den verschiedenen Eigenschaften der beiden Strahlen O und E, besonders in der Untersuchung farbiger durchsichtiger Krystalle ist das Dichroskop, von δίχροος, zweifarbig, und die dichroskopische Loupe Fig. 490 gegründet. An eine längliche Theilungsgestalt von Doppelspath A werden auf die schiefen Flächen Glasprismen von 18° Winkel geklebt. Das eine Prisma B erhält eine Blendung mit einer Lichtöffnung L. An das Prisma C wird eine Loupe angebracht, welche zwei Bilder, ein O und ein E, vergrössert zeigt. Die Vorrichtung ist einfach und tragbar. Man sondert die Bilder auch wohl nur an den Rändern, indem man durch ein Stück Doppelspath hindurchsieht, und diess ist es, was in den optischen Abhandlungen, durch den Kalkspath untersucht, sagen will.

Am Doppelspathe lässt sich die doppelte Strahlenbrechung durch geneigte Flächen beobachten, so wie man sie zur Beobachtung der einfachen Strahlenbrechung benützt. Anstatt eines Bildes der Kerzenflamme beobachtet man deren zwei, die nebeneinander beide nach demselben Gesetze mit prismatischen Farbenrändern eingesäumt sind. Winkelmessungen lassen sich zugleich auf die zwei Bilder ausdehnen. Aber auch hier erhält man nur ein Bild,

wenn der gebrochene Lichtstrahl in der Richtung einer optischen Axe durch den Körper hindurchgegangen ist.

Achromatisirte Doppelspathprismen lassen sich in vielen Fällen wie ein Dichroskop anwenden. Man nimmt nämlich die farbigen Ränder der zwei Bilder durch ein Glasprisma in entgegengesetzter Lage hinweg und behält dann zwei Bilder übrig, von denen das ordinäre vollkommen farblos, das extraordinäre nur wenig gefärbt ist. Die zwei Strahlen divergiren, während die zwei Strahlen des Dichroskops parallel sind.

Doppelte Strahlenbrechung zeigen alle krystallisirten Körper, deren Formen in das rhomboedrische und in das pyramidale System gehören. Diese besitzen eine optische Hauptaxe, welche mit der krystallographischen Hauptaxe gleiche Lage besitzt.

An folgenden Mineralien sind die Axen ihrer Natur nach bekannt.

1. Rhomboedrisches System.

1. Negativ.

Salpetersaures Natron.	Glimmer von Kariat.
Apatit.	Nephelin
Kalkspath.	Sapphir.
Dolomit.	Turmalin.
Pyromorphit.	Zinnober.

2. Positiv.

Magnesiahydrat.	Eisenglanz.
Quarz.	Rothgiltigerz.

2. Pyramidales System.

1. Negativ.

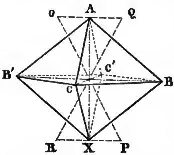
Gelbbleierz.	Anatas.
Wernerit.	Honigstein.
Vesuvian.	

2. Positiv.

Apophyllit.	Rutil.
Zirkon.	Zinnstein.

In den übrigen Krystallsystemen sind nicht alle auf einer Axe *AX* Fig. 491 senkrecht stehenden Linien mit einander im Gleichgewicht, sondern in der Aequatorialebene theilen sich die Kräfte wieder in zwei senkrecht aufeinander stehende Richtungen *CC'* und *BB'*. Es bleibt daher nicht eine einzige optische Hauptaxe *AX* übrig, sondern es entstehen zwei, in denen keine doppelte Brechung stattfindet. Sie haben die Lage *OP* und *QR* und heissen die zwei optischen Axen der zweiaxigen Krystalle. Die Linie *AX*, welche den spitzigen Winkel, den zwei optische Axen mit einander hervorbringen, halbirt, ist die optische Mittellinie des zweiaxigen Krystalls. Die Linie, welche die stumpfen Winkel halbirt, nennen wir die Senkrechte auf die optische Mittellinie, oder die Normale; die dritte auf der Ebene der optischen Axe, also auf beiden optischen Axen selbst senkrecht stehende Linie ist die optische Queraxe.

Fig. 491.



Der Winkel, welchen die optischen Axen mit einander einschliessen, ist sehr verschieden.

Folgende Tafel enthält einige der Mineralien, an welchen sie untersucht worden sind, nach dem Axenwinkel geordnet.

1. Orthotypes System.

Weissbleierz	5° 15'	Zinkvitriol	49° 42'
Salpeter	5° 20'	Topas aus Brasilien	49°—50°
Strontianit	6° 56'	Cölestin	50°
Aragon	18° 19'	Comptonit	56° 6'
Chrysoberyll	27° 51'	Topas aus Schottland	56°
Anhydrit	28° 7'	Cordierit	62° 50'
Epsomit	37° 24'	Kalisulphat	67°
Baryt	37° 42'	Andalusit	87° 33'
Stilbit	41° 42'	Chrysolith	87° 56'.

2. Augitisches System.

Glimmer	6°	Glimmer und Lepidolith	45°
Talk	7° 24′	Gyps	60°
Glimmer	25°	Adular	63°
Borax	28° 42′	Epidot	84° 19′
Glimmer	30°—37°	Eisenvitriol	90°.
Tinkal	37° 40′		

3. Anorthisches System.

Axinit	73°	Kyanit	81° 48′.

Die optischen Axen liegen im orthotypen Systeme in einem der krystallographischen Hauptschnitte oder in der Basis, im augitischen Systeme entweder in der Längsfläche, wie am Gyps, brasilianischen Glimmer, oder in einer Querfläche, wie am Glimmer von Utön, oder Zinnwald. Ueberhaupt sind aber die Beobachtungen, vorzüglich auch in Bezug auf die Lage in den Krystallen, noch zu mangelhaft, um viel Allgemeines aufstellen zu können.

Als Abweichung von den obigen, grösstentheils aus Pouillet's Physik von Müller, ohne der ursprünglichen Authorität gezogenen Daten, hat Beudant für Weissbleierz 17° 30′, für Anhydrit 44° 41′. Ich fand am Weissbleierz 7° 37′. Die Winkel von Andalusit und Axinit fügte ich der Liste nach meiner Beobachtung bei.

Auch für optisch zweiaxige Körper wurden Brechungsverhältnisse gemessen. Folgende Tafel enthält die Angaben über die Brechungsexponenten, des ordinären und extraordinären Strahles:

	Ordinär.	Extraordinär.
Aragon	1·6931 Malus,	1·5348 Malus.
Anhydrit	1·5772 Biot,	1·6219 Biot.
Baryt	1·6201 Biot,	1·6352 Malus.
Andalusit	1·631	1·624
Topas, brasilianischer	1·6325 Biot,	1·6401 Biot.
Euklas	1·6429 Biot,	1·6630 Biot.

An andern Körpern ist wohl die stärkste und schwächste Brechung gemessen, aber ihr Charakter in den Tafeln nicht bemerkt. Uebrigens ist für ein deutliches Bild der Erscheinung auch die Au-

gabe der Lage, in welcher das Resultat gefunden worden ist, erforderlich. Die Exponenten des Andalusits mass ich durch ein Prisma, aus einer Fläche des vertikalen Prismas von 90° 51′, ∞O, und einer Diagonalfläche ∞D̄ bestehend. Sehr hohe, unbestimmte oder einzelne Exponenten wurden von Brewster am Krokoit 2·500 und 2·974, am Rothgiltigerz 2·564 und andern erhalten.

123. Lichtpolarisation.

Man beobachte ein kleines schwarzes Quadrat auf weissem Grunde durch ein Doppelspathrhomboeder. Es wird in der Richtung der kleinen Diagonale des Kalkspaths verdoppelt erscheinen. Nun betrachte man die zwei Bilder durch ein gleich dickes Rhomboeder, in paralleler Stellung auf das erste gelegt. Die zwei Bilder erscheinen in doppelter Entfernung. Das zweite Rhomboeder in entgegengesetzter Richtung auf das erste gelegt, bringt das zweite Bild wieder auf das erste. Dreht man das zweite Rhomboeder langsam rechts, so entstehen unter dem obern und untern Bilde zwei neue schwache Bilder, die an Lichtstärke zunehmen, während die ersten Bilder abnehmen. Sie sind alle vier gleich hell, wenn sich die Diagonalen unter 45° schneiden. Dann nehmen die Bilder entgegengesetzt an Helligkeit zu und ab. Wenn sich die Diagonalen oder die optischen Hauptschnitte der zwei Rhomboeder rechtwinklig kreuzen, sind nur mehr zwei Bilder sichtbar, und zwar diejenigen, welche erst während der Umdrehung entstanden. Die Seiten und die Diagonalen der kleinen Quadrate bleiben einander parallel, aber anstatt der Seiten liegen nur die Diagonalen in einer geraden Linie.

Weiss auf Schwarz erscheint dasselbe durch zwei Dichroskope. Wir untersuchen jedes der beiden Bilder, das erste einzeln in zwei Stellungen des zweiten.

1. In paralleler Stellung der Hauptschnitte.

1. Das obere ordinäre Bild des ersten Dichroskops oder Rhomboeders erscheint in dem obern Bilde des zweiten, das untere Bild des zweiten bleibt schwarz.

2. Das untere extraordinäre Bild des ersten erscheint gar nicht im obern Bilde des zweiten, im untern Bilde erscheint es in voller Helligkeit.

2. In rechtwinkliger Stellung der Hauptschnitte.

1. Das obere ordinäre Bild des ersten Rhomboeders erscheint in dem untern Bilde des zweiten, das obere Bild des zweiten bleibt schwarz.

2. Das untere extraordinäre Bild des ersten erscheint in dem obern Bilde des zweiten, das untere Bild des zweiten bleibt schwarz.

Das Licht, welches durch den Doppelspath gegangen ist, besitzt also nicht mehr die Eigenschaften der Lichtstrahlen, welche ursprünglich in zwei Bündel gebrochen werden konnten, sondern diese haben einen ganz eigenthümlichen Charakter angenommen. Der ordinäre Strahl bleibt ordinärer Strahl bei paralleler Stellung der Hauptschnitte, der extraordinäre bleibt extraordinärer, O bleibt O, E bleibt E. Bei rechtwinkliger Stellung der Hauptschnitte verändern sie selbst in rechtwinkliger Richtung ihren Charakter, der ordinäre Strahl wird extraordinär, der extraordinäre ordinär, O wird E, E wird O. In den Zwischenrichtungen sind die Bilder aus beiden Strahlen gemengt.

Man hat die Eigenschaft der beiden, senkrecht gegen einander verschiedenen Charakter besitzenden Lichtstrahlen die Polarisation des Lichtes genannt, und die Strahlen selbst polarisirte Lichtstrahlen. Man sagt, der durch das obere Bild austretende Strahl ist in der Richtung des Hauptschnittes, der durch das untere Bild austretende senkrecht auf die Richtung des Hauptschnittes des Rhomboeders polarisirt. Die Verschiedenheit der beiden Strahlen erscheint bei unmittelbarer Betrachtung des polarisirten Lichtes.

Von zwei durch den Doppelspath hervorgebrachten Bildern eines schwarzen Quadrats auf weissem Grunde erscheint das obere ordinäre O Fig. 492 mit einem horizontalen, zu beiden Seiten divergirenden Strahlenbüschel von gelblicher Farbe auf violetgrauem Grunde; während das untere extraordinäre E denselben Büschel in vertikaler Lage trägt. Das ganze ungemein zart, und vorzüglich bei abwechselnder Betrachtung der zwei Bilder wegen des entgegengesetzten Eindrucks der Farben auf die Netzhaut deutlicher sichtbar. In hellen Quadraten auf schwarzem Grunde, Fig. 493,

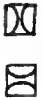
Fig. 492



O

E

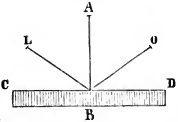
Fig. 493.



wie in den beiden Bildern des Dichroskops ist die Lage der Strahlenbüschel verwechselt. Man beobachtet im obern *O* gelb vertikal auf violetgrau, im untern *E* gelb horizontal auf violetgrau. Man sieht den Polarisationsbüschel in der Richtung des optischen Hauptschnittes oft recht deutlich auf gleichfarbigen Massen polarisirten Lichtes, z. B. bei der Reflexion von Fensterglas oder polirten Möbelstücken, senkrecht auf die Richtung der Axe beim Hindurchsehen, durch der Axe parallel geschnittene Turmalinplatten, oder parallel der Axe in Andalusitplatten, oder auf dem Blau des heitern Himmels.

Es gibt verschiedene Methoden polarisirtes Licht zu erzeugen. Gewöhnliches Licht von einer Spiegelfläche *CD* Figur 494 eines nicht metallischen Körpers zurückgeworfen, ist in der Richtung des Hauptschnittes *CAD* polarisirt, wobei der Hauptschnitt dieselbe physikalische Geltung hat, wie der Hauptschnitt beim Kalkspath. Die Polarisation ist möglichst vollständig, wenn bei Glas der Winkel $LBA = 54° 35'$ ist. Man nennt diess den Polarisationswinkel des Glases. Folgende Polarisationswinkel werden von Arago*) gegeben:

Fig. 494.



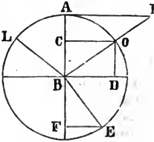
Wasser	53° 11'	Doppelspath	58° 51'
Fluss	55° 9'	Spinell	60° 25'
Obsidian	56° 6'	Zirkon	63° 0'
Gyps	56° 45'	Schwefel	63° 45'
Quarz	56° 58'	Diamant	68° 1'
Topas	58° 34'	Rothbleierz	68° 3'.

Sie sind nach dem Brewster'schen Gesetz, dass die Tangente des Polarisationswinkels gleich ist dem Exponenten des Brechungsverhältnisses als Kontrole für wenig abweichende Beobachtungen, aus den letztern berechnet.

*) Artikel *Polarisation. Encyclopedia Britannica Supplem.* 1824, p. 842.

Das Gesetz ist Fig. 495 graphisch dargestellt. Die Polarisation ist in ihrem Maximo, wenn $CB = OD = FE$; dann ist $BC:CO = BA:AR$, FE ist $= \sin EBF = BC = \cos RBA$, daher $\tang ABL = \frac{\sin ABL}{\sin EBF}$, dann steht aber der polarisirte reflektirte Strahl RB senkrecht auf dem gebrochenen BE. Der Polarisationswinkel ist eine Funktion des Brechungsverhältnisses, man kennt ihn also aus demselben und umgekehrt.

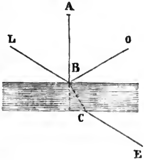
Fig. 495.



Schwefel und Diamant, obwohl ein Maximum gebend, polarisiren Licht nicht vollständig.

Licht, welches durch eine Anzahl von Glastafeln unter dem Polarisationswinkel LBA hindurchgeht, wird mehr oder weniger polarisirt, aber nicht in dem Hauptschnitte LBO, sondern senkrecht darauf. Untersucht man die Strahlen BO und CE Fig. 496 vergleichungsweise mit dem Dichroskop, so geht BO durch das obere, CE durch das untere Bild desselben. Der Strahl BO stellt den ordinären, der Strahl CE den extraordinären der doppelten Brechung am Kalkspath vor.

Fig. 496.



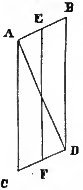
So wie Licht beim Durchgange durch Kalkspath in zwei entgegengesetzt polarisirte Strahlen zertheilt wird, so geschieht diess in allen doppeltbrechenden Krystallen. Einige davon haben die Eigenschaft, einen der beiden polarisirten Strahlenbündel gänzlich zu absorbiren, so dass nur der andere, wenn auch nicht weiss, hindurchgeht. Der Turmalin zeigt in seinen dunklern Farbenabänderungen, in welchen er oft noch völlig klar ist, diese Eigenschaft. Parallel der Axe der sechsseitig prismatischen Krystalle dünngeschliffene Platten von Turmalin gegen gewöhnliches Licht gehalten, erscheinen von grüner oder brauner Farbe.

Nur der extraordinäre Strahl geht durch sie hindurch, der ordinäre wird absorbirt. Im Dichroskop ist das obere Bild schwarz, das untere von der natürlichen Farbe des Turmalins. In der Richtung der Axe gesehen, erscheint der Krystall im gewöhnlichen Lichte, wie in einem ordinär polarisirten Strahle, er absorbirt alles Licht nach Maassgabe seiner Dicke.

Der blaue heitere Himmel ist stark polarisirt. Jeder grösste Kreis durch die Sonne bildet einen optischen Hauptschnitt, in welchem die Strahlen polarisirt erscheinen. Die gelben Lichtbüschel liegen in der Richtung dieser grössten Kreise. Die Polarisation wird durch Spiegelung hervorgebracht.

Im Nicholl'schen Prisma, welches aus zwei Stücken Kalkspath durch eine Balsamschicht getrennt besteht, ist die Fläche *AB* Fig. 497 mehr schief gegen die Kante *EF* gesetzt als die Theilungsfläche. Ein Strahl, der durch *AB* einfällt, wird in zwei gebrochen. Der stärker gebrochene ordinäre wird vor dem Austritte aus der Balsamschichte, deren Exponent 1·549 ist zurückgeworfen, der extraordinäre geht hindurch und wird bei *CD* wieder in die ursprüngliche Richtung gebrochen. Das Nicholl'sche Prisma zeigt nur ein Bild, aber es ist vollkommen polarisirt, in der Richtung senkrecht auf den Hauptschnitt des Rhomboeders von 105° 5′.

Fig. 497.



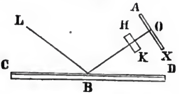
Die gelben Lichtbüschel besitzen die Lage der grossen Diagonale durch die scharfen Winkel des Prismas von 105° 5′.

124. Untersuchung der Mineralien im polarisirten Lichte.

Aus diesen verschiedenen Methoden hat man nun ausgewählt, um sogenannte Polarisationsinstrumente zusammen zu setzen, welche erlauben, ein Mineral im polarisirten Lichte zu untersuchen. Ein sehr einfaches Verfahren ist das Fig. 498 dargestellte. Man polarisirt das Licht durch einen Glasspiegel, hinter welchen ein dunkelfarbiges Tuch gelegt wird, um die fremden Strahlen abzuhalten, oder durch irgend einen polirten dunkelfarbigen Tisch oder dergleichen, und fängt den Lichtstrahl durch

eine in der Richtung der Axe *AX* vertikal gehaltene Turmalinplatte auf. Dazwischenliegend wird nun die Wirkung eines Krystalls *HK* untersucht, wobei höchst auffallende Erscheinungen, zum Theil von der wunderbarsten Schönheit stattfinden.

Fig. 498.



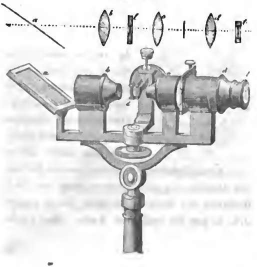
Man gibt ihm zuerst, wenn er sie nicht schon besitzt, die Gestalt einer Platte mit zwei parallelen Flächen. Bei weichen Substanzen kann man erst durch Feilen und Schneiden die Gestalt aus dem Gröbsten geben. Dann schleift man mit Schmirgel auf einer matten Glas-, Porzellan- oder Wetzsteinplatte, ferner gibt man Politur mit Zinnasche auf gespanntem Leder, endlich klebt man mit Mastix, oder einem aus Kolophon und Kanada-Balsam oder klarem Fichtenharz zusammengeschmolzenen Kitt, kleine Spiegelplatten auf beiden Flächen auf. Dadurch erscheinen die Stücke mit der höchsten Politur, wenigstens für den Versuch. Ganz kleine Stücke *A* werden mit Wachs *C* zwischen Spiegelglas in Balsam *D* eingeschlossen, wie Fig. 499.

Fig. 499.



Die aus Pouillet - Müller's Physik entlehnte Fig. 500 stellt einen der zusammengesetzten Apparate dar, wie er von Soleil für Zwecke der Beobachtung und Messung construirt worden ist. Aus der beigefügten Angabe der Gläser ist

Fig. 500.



die Einrichtung für sich klar. Das Licht ist durch einen Spiegel polarisirt, und wird durch die Turmalinplatte *t* analysirt. Für Farben ist ein Nicholl'sches Prisma wünschenswerth.

Sehr schön lässt sich auch in dem Nörrembergischen Polarisationsapparate (Pouillet, Lehrbuch der Physik von Müller II. p. 266) beobachten.

Platten von tessularischen Mineralien machen keinen Unterschied, eben so wenig amorphe, es sey denn, dass sie durch Pressung oder rasches Abkühlen eine ungleichartige Struktur angenommen haben. Sie besitzen einfache Strahlenbrechung.

Krystallplatten des rhomboedrischen oder pyramidalen Systemes senkrecht auf die Axe geschliffen, zeigen die Ringsysteme, oder die Aufeinanderfolge der Newton'schen Farben von einem Kreuze in der Richtung der Ebene der ursprünglichen Polarisation und senkrecht darauf durchschnitten. Man erhält ein schwarzes Kreuz, Fig. 501, wenn man mit ungleichartig polarisirtem Lichte analysirt. Durch das gleichartig polarisirte Licht analysirt sind die Kreuze hell, und die Farben der Ringe komplementär gegen die vorhergehenden, wie in Fig. 502. Je dünner die Platte, um desto grösser erscheinen die Ringe. In andern Richtungen geschliffen erscheint durch gleichartiges Licht analysirt die Platte in zwei Richtungen hell, nämlich wenn die optische Axe derselben mit dem polarisirenden Hauptschnitte zusammenfällt, und wenn sie senkrecht darauf steht, und in zweien, welche jene unter 45° schneiden, dunkel.

Fig. 501.

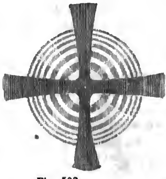


Fig. 502.



Krystallplatten in unbestimmten Richtungen geschnitten zeigen dieselbe doppelte Abwechslung von Hell und Dunkel. In der Richtung der dunkeln Streifen, durch ungleichartiges Licht analysirt, liegen die optischen Axen. Man verfolgt die Richtung erst

durch Drehen. Ist diess nicht hinlänglich, so klebt man auf die parallelen Flächen Glasprismen, wie in der Fig. 503 und ändert überhaupt den Versuch bis er gelungen ist. Senkrecht auf die zwei Axen, welche sie besitzen, geschnitten, zeigen sie z w e i elliptische Ringsysteme, wie die zwei vom Aragon Fig. 504. Wenn man die Ansicht der Ringe auf beiden Axen gewinnen kann, so lassen sich vermittelst eines Gonyometers die Neigungen derselben messen. Häufig stehen Krystallflächen senkrecht auf der M i t t e l l i n i e , und dann sieht man beide Ringsysteme zugleich, wenn der Winkel, den sie mit einander einschliessen, nicht zu gross ist. Man beobachtet sie leicht an dem weissen grossblättrigen Glimmer aus Brasilien gegen den blauen

Fig. 503.

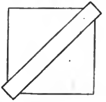
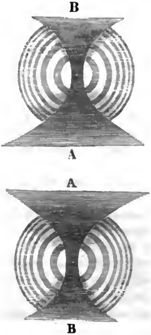
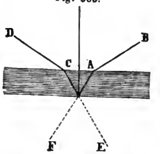


Fig. 504.



Himmel gehalten ohne weiteren Apparat. Die Ebene der optischen Axe steht senkrecht auf einer der Seitenkanten der sechsseitigen Tafeln. Doch erscheinen die farbigen Ringe recht deutlich erst durch einen solchen. Bei der Messung muss man nicht vergessen, dass die erscheinenden Axen in der Platte Fig. 505

Fig. 505.



AB, *CD* nicht die Lage der wirklichen *AF*, *CE* besitzen, sondern dass sie erst aus dem Brechungsverhältniss berechnet werden müssen.

Die Neigung der zwei optischen Axen wird am leichtesten auf diese direkte Art bestimmt. Sie ist wichtig und wird auf sie verwendetes Studium reichlich lohnen, wenn auch die oben §. 122 angeführte Liste keineswegs noch mit den krystallographischen Untersuchungen in unmittelbaren Zusammenhang gebracht ist.

Den Charakter der optischen Axen, ob selbe positiv oder negativ seyen, findet man durch Kreuzung mit einer Platte von bekanntem Charakter. Werden die Ringe kleiner, so besitzen beide Substanzen gleichen Charakter, denn das Plattenpaar wirkt wie eine einzige dickere Platte. Werden die Ringe grösser, so besitzen sie verschiedenen Charakter, denn das Plattenpaar wirkt wie eine dünnere Platte.

Die elliptischen Farbenringe zweiaxiger Krystalle zeigen entweder gegen die Mittellinie zu bei A rothe, gegen die Senkrechte auf dieselbe zu bei B blaue Farbenkeile, oder die Farbenkeile sind gegen die Mittellinie zu bei A blau, gegen die Senkrechte zu bei B roth. In dem ersten Falle schliessen die rothen Axen einen kleinern Winkel ein, als die blauen, in dem zweiten einen grösseren. Ein Beispiel von ersterem gibt der Glimmer aus Brasilien, vom zweiten das Weissbleierz.

Fig. 506.



Ein recht anwendbarer Apparat zur Betrachtung der Farbenringe ist die Turmalinzange Fig. 506. Sie enthält zwei senkrecht gegen einander stehende Turmalinplatten. Man legt den gehörig vorbereiteten Krystall dazwischen, und sieht durch das Ganze nach einem recht hellen Punkte hin, z. B. die weissesten Wolken. Die Ringe erscheinen in grosser Schönheit mit dunklen Kreuzen und Balken.

Für Beobachtung der Kreisringe einaxiger Krystalle ist vorzüglich der Kalkspath zu empfehlen, für elliptische Ringe zweiaxiger der Glimmer. Glimmerblätter bringen selbst polarisirtes Licht hervor, wenn man schief gegen dieselben hindurchsieht. Es sey Fig. 507 ein Glimmerblatt. In der Linie AB liegt der optische Hauptschnitt. Man

Fig. 507.

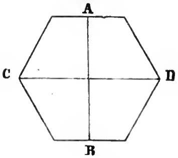
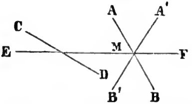


Fig 508.



sehe in der Richtung *EF* Fig. 508 schief durch *CD* hindurch gegen eine polarisirende Spiegelfläche, z. B. einen glänzenden Tisch, und lasse ein zweites Glimmerblatt sich in dem Hauptschnitte *AB* um *M* herum drehen, so wird man in diesem die zwei grossen schönen elliptischen Ringsysteme leicht wahrnehmen. Je dünner die Platten sind, desto grösser werden die Ringe, sie sind dann schon bei geringer Neigung der Platten gegen die Seherichtung wahrzunehmen. Sie erscheinen sogar bei senkrechter Richtung der Platte, bei der Untersuchung derselben unter verschiedenen Winkeln oder Azimuthen. Nur wenn der optische Hauptschnitt des Minerals in der Ebene der Polarisation oder senkrecht darauf steht, erscheint die Platte ungefärbt.

Die Farben ganz dünner Platten geben im polarisirten Lichte ein vorzügliches Mittel, die Z u s a m m e n s e t z u n g oder Zwillingskrystallisation zu erkennen. Die glänzendsten Farbentinten der gefärbten Ringe begrenzen sich plötzlich und in streng gezogenen geraden Linien und wechseln in rosenrothen, grünen, gelben, blauen Streifen ab. Sie sind im Aragon, senkrecht auf die optische Mittellinie geschnitten, welche selbst den Kanten des Prismas von 116° 16′ parallel ist, im Amethyst, senkrecht auf die Axe geschnitten, leicht wahrzunehmen. Sehr leicht beobachtet man sie an den Blättchen des gelben Cyaneisenkaliums. Brewster bediente sich zu diesen Untersuchungen einer Glaslinse, die auf einem kleinen Turmalinplättchen aufgeklebt war, als Loupe. Sehr schön, wegen des vollkommen ungefärbten Lichtes zeigt sie die dichroskopische Loupe.

Die merkwürdigen, von Arago entdeckten, von Fresnel Circularpolarisation genannten Erscheinungen am Quarz können hier nur kurz angedeutet werden.

Nur ganz dünne Platten zeigen den Schatten eines schwarzen Kreuzes. Etwas dickere zeigen viertheilig gestellte, in einander fliessende, glänzend prismatische Farben, die von Ringen umgeben sind, nirgends schwarz. Jeder einzelne Punkt wechselt beim Umdrehen des Zerlegungsapparates seine Farben, in der prismatischen Ordnung roth, gelb, grün, blau, violet. Aber für einige Individuen muss man rechts, für andere links drehen, und zwar entweder die Platte bei gleichbleibender Stellung des Zerlegungsapparates, oder den Zerlegungsapparat, z. B. den Turmalin bei gleichbleibender Stellung der Platte. Dieses Verhältniss trifft nach Sir John Herschel mit dem Vorkommen der Plagieder an den Individuen zusammen. Legt man gleich dicke rechts und links drehende Platten auf einander, so entstehen die Airyschen Spiralen Fig. 509. Farbenringe mit schwarzen Kreuzen, deren Balken nach Rechts oder Links spiralförmig stehen. Sir David Brewster hat gefunden, dass die Amethyste, nicht nur die violblauen, sondern auch die gelben und weissen aus abwechselnden Schichten rechts und links drehender Individuen bestehen, die parallel den Quarzoidflächen auf einander folgen.

Fig. 509.



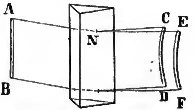
125. Prismen im polarisirten Lichte.

Das einzige Bild, welches ein einfach brechendes Prisma gibt, ist nicht polarisirt. Die zwei Bilder, welche man durch die Brechung durch zwei gegen einander geneigte Flächen doppelt brechender Krystalle erhält, sind in entgegengesetzter Richtung gegen einander polarisirt. Eines der Bilder verschwindet im oberen, eines im unteren Felde des Dichroskops, oder bei vertikaler oder horizontaler Stellung der Turmalinplatte. Durch die Beobachtung, ob das nähere oder entferntere Bild verschwindet, kann man finden, ob der mehr oder der weniger gebrochene

Strahl, der ordinäre oder der extraordinäre sey, wenn man die Lage der optischen Axe kennt.

Zur bequemeren Beobachtung hält man das brechende Prisma vertikal, die Kante rechts Fig. 510. Von einem vertikalen Fensterspalt AB siebt man zwei farbige Bilder rechts abgelenkt, CD weniger, EF mehr. Links sind die rothen, rechts die blauen und violetten Säume in der prismatischen Folge des Spektrums, das zurückgeworfene und das extraordinär gebrochene Bild sind nach dem Hauptschnitte, das ordinär gebrochene senkrecht darauf polarisirt.

Fig. 510.



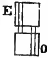
1. Untersuchung durch das Dichroskop.

Das obere Feld enthält den extraordinären Strahl, und absorbirt den ordinären, das untere enthält den ordinären, absorbirt den extraordinären, weil der Hauptschnitt des Dichroskops senkrecht steht auf dem Hauptschnitte primitiver Polarisation durch das brechende Prisma. Eben wegen dieser Stellung der Hauptschnitte zeigt aber der ordinäre Strahl den Charakter des extraordinären, und umgekehrt der extraordinäre den Charakter des ordinären.

1. Fall. Krystallaxe der Kante parallel.

1. Das weniger abgelenkte Bild verschwindet unten, das mehr abgelenkte oben, Fig. 511, zum Beispiel Quarz durch zwei Flächen des regelmässigen sechsseitigen Prismas $\infty Q = 60°$.

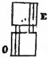
Fig. 511.



Der weniger gebrochene Strahl ist der ursprünglich ordinäre, der mehr gebrochene der extraordinäre. Der Charakter der optischen Axe ist also attraktiv oder positiv.

2. Das weniger abgelenkte Bild verschwindet oben, das mehr abgelenkte unten, Fig. 512, zum Beispiel Kalkspath durch

Fig. 512



zwei Flächen des regelmässigen sechsseitigen Prismas $\infty R = 60°$.

Der mehr gebrochene Strahl ist der ursprünglich ordinäre, der weniger gebrochene der extraordinäre. Der Charakter der optischen Axe ist also repulsiv oder negativ.

2. Fall. Krystallaxe senkrecht auf die brechende Kante. Entgegengesetzte Resultate.

1. Das weniger abgelenkte Bild verschwindet oben, das mehr abgelenkte unten, Fig. 512, zum Beispiel Quarz durch zwei Flächen des Quarzoides Q über die Spitze hinweg. Brechender Winkel 76° 25′.

Der weniger gebrochene Strahl ist der extraordinäre, der mehr gebrochene der ordinäre. Der Charakter der optischen Axe ist attraktiv oder positiv.

2. Das weniger abgelenkte Bild verschwindet unten, das mehr abgelenkte oben, Fig. 511, zum Beispiel Kalkspath durch o und R. Brechender Winkel = 45° 37′.

Der weniger gebrochene Strahl ist der ordinäre, der mehr gebrochene der extraordinäre. Der Charakter der optischen Axe ist repulsiv oder negativ.

2. Untersuchung durch eine Turmalinplatte.

Die Turmalinplatte mit ihrer Krystallaxe vertikal gestellt, wirkt wie das untere Bild des Dichroskops; mit ihrer Krystallaxe horizontal gestellt, wie das obere Bild desselben.

Wir halten die Platte zur Untersuchung mit vertikaler Axe.

1. Fall. Krystallaxe des Prismas der Kante parallel.

1. Das weniger abgelenkte Bild verschwindet. Quarz, zwei Flächen von ∞Q. Optische Axe attraktiv oder positiv.

2. Das mehr abgelenkte Bild verschwindet. Kalkspath, zwei Flächen von ∞R. Optische Axe repulsiv oder negativ.

2. Fall. Krystallaxe senkrecht auf die Axe des Prismas.

1. Das mehr abgelenkte Bild verschwindet. Quarz, zwei Flächen von Q über die Spitze. Optische Axe attraktiv oder positiv.

2. Das weniger abgelenkte Bild verschwindet. Kalkspath, eine Fläche von R, und die o Fläche. Optische Axe repulsiv oder negativ.

Es ist oft schwierig, den mit der Stellung der Apparate und Hauptschnitte wechselnden Charakter der Strahlen festzuhalten, aber est ist sehr leicht, einen durchsichtigen, wohl gebildeten Krystall von Quarz, z. B. die eingewachsenen aus der Marmaros, zu finden. Man wählt also diesen letzteren zur vergleichenden Untersuchung. Der Quarz besitzt eine attraktive oder positive Axe. Alle Körper, welche die gleichen Klassen von Erscheinungen in Bezug auf die Ablenkung der Strahlen zeigen, haben ebenfalls positive Axen, diejenigen, welche Entgegengesetztes zeigen, negative Axen. Bei den zweiaxigen Krystallen wird die Wirkung der Mittellinie, welche die Gesammtwirkung der beiden Axen vorstellt, verglichen, sodann die der Senkrechten in der Ebene der Axen auf die Mittellinie.

126. Pleochroismus.

Unter dem Worte Pleochroismus verstehen wir das Vorkommen von mehr als einer Farbentinte an einem einzigen vollkommen homogenen Krystall, welche derselbe bei durchfallendem Lichte in mehreren bestimmten Richtungen zeigt. Dichroismus, ein bisher viel gebrauchter Ausdruck, ist zu beschränkt, er kann sich eigentlich nur auf einaxige Krystalle beziehen, Trichroismus bezieht sich auf optisch zweiaxige Krystalle. Beide werden in dem obigen Ausdrucke begriffen. Polychroismus, das auch vorgeschlagen wurde, ist zu umfassend, indem man weder Zweifarbigkeit noch Vielfarbigkeit, sondern Mehrfarbigkeit ausdrücken soll.

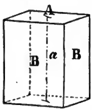
1. Einaxige Krystalle.

Der Pleochroismus hängt von der Absorption gewisser Farbentinten zugleich mit den entgegengesetzt polarisirten Strahlen doppelt brechender Körper ab. Schon im Kalkspathe ist das ordinäre obere Bild eines schwarzen Quadrates etwas weniges heller grau, als das extraordinäre untere, der ordinäre Strahl wird etwas mehr absorbirt als der extraordinäre.

Im Turmalin ist bei grüner Farbe der Unterschied noch grösser, der ordinäre Strahl wird so gänzlich absorbirt, dass man in der Richtung der Axe durch parallel geschliffene Flächen nur Sonnen- oder das hellste Kerzenlicht wahrnimmt, senkrecht auf die Axe aber nur der extraordinäre Strahl hindurchgeht. Welche Strahlen absorbirt werden, welche hindurchgehen, zeigt das Dichroskop. Wenn man den Turmalinkrystall in aufrechter Stellung untersucht, so ist das obere ordinäre Bild des Dichroskops schwarz, bei jedem horizontalen Drehungswinkel oder Azimuth das untere grün. Der ordinäre Strahl war es also, der im Turmalin absorbirt ist.

In der Richtung der Axe oder senkrecht auf die Endfläche o gesehen, ist das obere und das untere Bild gleich schwarz. Wir nennen diese Farbe A Fig. 513 die Farbe der Basis oder Endfläche. Das Dichroskop gibt sie als aus gleichen O und E zusammengesetzt, die in jeder Richtung sich das Gleichgewicht halten. Die Farbe der Prismenflächen B besteht aus einem O von der Farbe der Basis, und einem E von der Farbe der Seitenflächen. Wir nennen diese die Farbe der Axe. Man behält sie bei jeder Drehung der vertikalen Axe im untern Felde des Dichroskops.

Fig. 513.



Diese Verhältnisse finden bei allen einaxigen Krystallen, den rhomboedrischen und den pyramidalen statt. Zur Vergleichung mit den prismatischen ist hier das pyramidale quadratische Prisma Fig. 513 mit seiner Basis von der Farbe A, seinen Seitenflächen von der Farbe B und seiner Axe von der Farbe a gezeichnet. Kreuzt man zwei Platten von Turmalin, so muss natürlich das E von der ersten als durch die Drehung von 90° zu O geworden, von der zweiten absorbirt werden.

Die folgende Tabelle enthält einige der beobachteten Varietäten der meisten als dichromatisch bekannten Spezies, nebst Angabe der Farbe im oberen Felde O, und im untern Felde E des Dichroskops.

1. Rhomboedrische.

	O	E
Apatit, Schlaggenwald	berggrün	entenblau
Kalkspath, St. Denis	honiggelb	weingelb
Rothmangan, Kapnik	rein	gelblich
	rosenroth	
Glimmer, Vesuv / Chlorit, Zillerthal	pistaziengrün	zimmtbraun
Sapphir	berlinerblau	grünlichweiss
Smaragd, Peru	gelblich	rein
	smaragdgrün	
Beryll, Brasilien	gelblich	blaulich
	berggrün	
Quarz — Amethyst, Brasilien	blaulich und röthlich violet	
Rothgiltigerz	koschenillieroth	blutroth
	wenig unterschieden.	

2. Pyramidale.

	O	E
Chalkolith, Schlaggenwald . . .	grasgrün	spangrün
Apophyllit, Tirol	bräunlichweiss	milchweiss
— Poonah	gelblichweiss	berggrün
Idokras, Piemont	öhlgrün	grasgrün
Zirkon, blass	nelkenbraun	spargelgrün.

Bei allen diesen einaxigen Krystallen ist O die Farbe der Basis, E die Farbe der Axe. Die Farbe der Seitenflächen ist aus O und E gemischt.

Bei der Farbenverschiedenheit des blauen heiteren Himmels wirkt dieser wie ein einaxiger Krystall, dessen Axe durch die Sonne und die Erde geht. Die Farbe der Basis ist licht, die der Axe ist dunkel.

II. Zweiaxige Krystalle.

A. Orthotype.

Wir betrachten das orthotype System als das nächst dem pyramidalen am meisten symmetrische zuerst. Wir nennen A

Fig. 514.

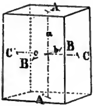
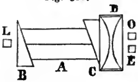


Fig. 514 die Farbe der Basis; *B* die Farbe der Querfläche, z. B. $\infty\bar{D}$; *C* die Farbe der Längsfläche; z. B. $\infty\breve{D}$. Durch die dichroskopische Loupe, Fig. 515, zerfällt in der angeführten Stellung *B* in ein *O*, welches wir *c*, und in ein *E*, welches wir *a* nennen, *C* in ein *O*, welches wir *b*, und in ein *E*, welches wir ebenfalls *a* nennen, denn es ist von gänzlich gleicher Farbe. Die Fläche *A* machen wir nun so vertikal, dass *B* horizontal wird. Nun zerlegt sich die Farbe *A* in ein *O*, welches die Farbe *b*, und in ein *E*, welches die Farbe *c* zeigt. Durch *a* wird die Farbe der Axe bezeichnet, welche senkrecht auf *A* steht, durch *b* die Farbe der Längsdiagonale, welche senkrecht auf *B* steht, durch *c* die Farbe der Querdiagonale, welche senkrecht auf *C* steht. Nun ist *A* gemischt aus *b* und *c*, *B* aus *a* und *c*, *C* aus *a* und *b*. Jeder orthotype pleochromatische Körper zeigt wenigstens diese sechs Tinten, drei Axenfarben und drei Flächenfarben.

Fig. 515.



1. Cordierit.

Der Name Dichroit wird wohl nun bei sechs bestimmten Farbentinten anstatt zweien immer weniger anpassend, dagegen der obige fester begründet, den Forscher zu ehren, an dessen erste Beobachtungen sich immer mehr Interessantes anknüpft. Die nachstehenden Beobachtungen beziehen sich auf einen geschliffenen Würfel, dessen Seiten zwei Linien gross sind, im k. k. Hof-Mineralienkabinette.

Die Farbe *A* ist ein schönes Blau, wenig ins Graue ziehend, *B* ein blasses blauliches Grau oder blassblau, *C* noch blasser und weniger blaulich als *c*. Diese letztere ist es, welche oft gelblich, dabei aber recht klar erscheint.

Die Farbe der Axe *a* ist gelblichgrau, die Farbe der Längsdiagonale *b* rein blaulich, beide sehr blass, die Farbe der Querdiagonale *c* ein schönes reines Dunkelblau. *A* ist gemischt aus *b* und *c*,

blaulichgran und dunkelblau; B aus a und c gelblichgrau und dunkelblau; C aus a und b, gelblich- und blaulichgrau. Ueberraschend ist die Wirkung des gelblichgrauen a, welches das dunkle kräftige Blau c bis auf eine schwache Spur auslöscht, und der schöne Kontrast in den beiden Bildern des Dichroskops. Dreht man den Krystall um die Linie AA' als Vertikalaxe, so erscheint das untere Feld des Dichroskops E rundherum von der gelblichgranen Farbe a, das obere O wechselt zwischen Dunkelblau und Blaulichgrau oder Lichtblau; dreht man ihn um die Linie BB als Vertikalaxe, so erscheint unten E rundherum von der blaulichgrauen Farbe b, O wechselt oben zwischen Gelblichgrau und Dunkelblau; dreht man ihn endlich um die Linie CC als Vertikalaxe, so erscheint unten E rundherum von der schönen dunkelblauen Farbe c, O wechselt oben zwischen Gelblich- und Blaulichgrau.

Dunkelblau steht in A Fig. 516 senkrecht auf der optischen Mittellinie, welche den Axenwinkel von 62° 50′ halbirt. Die Ebene der Axen geht durch die Axe AA' und die Diagonale CC'. Die Axen werden von dunkelblauen Sektoren begleitet, wie in Fig. 517. Die Büschel sind hell und verlieren sich einerseits ins Dunkelblaue, andererseits ins Gelblichgraue, wie sie sich auf einer Kugel in der Richtung der Axe gesehen darstellen.

Fig. 516.

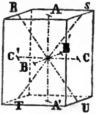
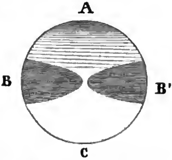


Fig. 517.



2. Andalusit.

Etwas abweichend sind die Erscheinungen am Andalusit. Die Farben der Flächen sind A öhlgrün, ins olivengrüne, B öhlgrün, C olivengrün, viel blasser als B, beinahe grünlichgrau. Die Farben der Axen sind a dunkelblutroth, b olivengrün, c öhlgrün. Der Andalusit absorbirt den rothen Strahl in seinen Farben vollständig, daher ist wohl A aus b und c gemischt, welche zwei grüne

Farben sich sehr schön durch das Dichroskop trennen lassen, aber B ist $= c$ ohne Beimischung von a, und $C = b$, ohne Beimischung von b, beide grün ohne Roth. Dünne Platten nur lassen nebst dem Grün auch Roth durch, daher erscheinen zwei dünne röthliche Platten parallel auf einander gelegt grün, zwei gekreuzte natürlich roth, weil die Hauptschnitte dem durchgelassenen grünen Strahl den entgegengesetzten Charakter beilegen.

Die rothe Axenfarbe a ist die des extraordinären Strahles, bei aufrechter Stellung des Minerals nach AA'. Die Untersuchung der doppelten Brechung durch die Flächen ∞O und $\infty \bar{D}$, letzteres hier B genannt, gibt den Charakter für AA' n e g a t i v, wie beim Kalkspath Fig. 512, das Brechungsverhältniss für $O = 1{\cdot}631$, für $E = 1{\cdot}624$.

In der Reihe der Absorption ist, entgegengesetzt der Abstufung der Helligkeit, das blasse Olivengrün die stärkste, öhlgrün die mittlere, das dunkle Roth die schwächste Tinte.

Die optischen Axen haben die Lage der Linien NO und PQ Fig. 518. Man beobachtet durch eine Kugel von Andalusit einen öhlgrünen, zu beiden Seiten divergirenden lichten Büschel in der Richtung zwischen A und B, und zu beiden Seiten gegen C rothe hyperbolische Sektoren. Die Linie BB' ist die Mittellinie, der Winkel NMP, welchen sie halbirt, ist $= 87° 33'$. Bei einer ganzen Umdrehung beobachtet man vier solcher Büschel- und Sektorensysteme, deren eines in Fig. 519 vorgestellt ist, welche die Lage der optischen Axen andeuten. Die optische Queraxe ist die Linie CC'.

Fig. 518.

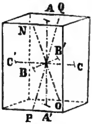
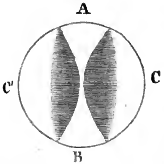


Fig. 519.



Folgende orthotype Mineralien zeigen eine analoge Farbenvertheilung, wenn auch nicht alle in gleich starkem Gegensatze.

<table>
<tr><th rowspan="2"></th><th colspan="3">Flächenfarben</th><th colspan="3">Axenfarben</th></tr>
<tr><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>a</th><th>b</th><th>c</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Anhydrit von Aussee</td><td colspan="3" rowspan="2">blassviolblau</td><td rowspan="2">violblau</td><td>gelblich</td><td>violblau</td></tr>
<tr><td colspan="2">sehr blass</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Baryt von Felsöbánya</td><td colspan="3" rowspan="2">dunkelweingelb</td><td rowspan="2">citronengelb</td><td colspan="2">weingelb</td></tr>
<tr><td>blass</td><td>dunkel</td></tr>
<tr><td>Baryt von Beira</td><td colspan="2">smalteblau</td><td>weingelb</td><td>strohgelb</td><td>perlgrau</td><td>dunkelviolblau</td></tr>
<tr><td>Cölestin von Herrengrund</td><td colspan="3">smalteblau</td><td>entenblau</td><td>lavendelblau</td><td>perlgrau</td></tr>
<tr><td>Diaspor von Schemnitz</td><td>pflaumenblau</td><td>violblau</td><td>spargelgrün</td><td>himmelblau</td><td>weingelb</td><td>violblau</td></tr>
<tr><td>Topas aus Brasilien</td><td>honiggelb röthlich</td><td>weingelb</td><td>rein honiggelb</td><td>weingelb</td><td>honiggelb</td><td>strohgelb</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Chrysolith</td><td colspan="3" rowspan="2">pistaziengrün</td><td rowspan="2">öhlgrün</td><td>grasgrün</td><td>pistaziengrün</td></tr>
<tr><td colspan="2">blass.</td></tr>
</table>

Auch die hier im Ganzen benannten Flächenfarbentöne zeigen etwas Verschiedenheit von einer zur anderen Fläche, nach Massgabe ihrer Mischung, doch ist diese in der Regel mehr ausgeglichen. Besonders bieten die mannigfaltigen Schwerspathvarietäten, deren Farbenverschiedenheit zuerst v. Kobell nachwies, ein lehrreiches Studium.

B. Augitische.

Die Austheilung der Farben findet, wie bei den orthotypen Krystallen, nach drei senkrecht auf einander stehenden Richtun-

gen statt. Sie fallen zum Theil mit der augitischen Hauptaxe, der augitischen Queraxe und der Linie senkrecht auf beide zusammen, zum Theil ist nur das Zusammenfallen mit der Queraxe zu beobachten, während die andern Axenrichtungen sich nicht so einfach auf die Krystallform beziehen lassen.

Folgende Mineralspezies zeigen zum Theil höchst merkwürdige, dahin gehörige Erscheinungen:

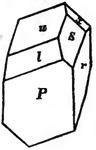
Vivianit,	Amphibol,
Kobaltblüthe,	Epidot,
Glimmer,	Euklas,
Augit,	Sphen.

C. Anorthische.

Die drei Spezies, der Kyanit, der Babingtonit und der Axinit zeigen pleochromatische Erscheinungen.

Die Lage der Farbenaxen ist ebenfalls symmetrisch ausgetheilt. Beim Axinit, Fig. 520, steht eine Axe c, senkrecht auf der Längsfläche r, eine ist parallel der anorthischen Hauptaxe a, das ist den Kanten zwischen P nnd r, die dritte b senkrecht darauf. Die Axenfarben sind a dunkelviolblau, b sehr licht olivengrün, fast ungefärbt, c schön zimmtbraun. In den Flächenfarben A bräunlich perlgrau, B zimmtbraun, c licht olivengrün ist der ausserordentliche violette Strahl gänzlich absorbirt. Die Längsfläche r steht senkrecht auf der optischen Mittellinie. Die Ebene der Axen geht durch r und P. Die Axen machen einen Winkel von 73°. Die dunkelviolblauen hyperbolischen Sektoren gleiten beim Umdrehen nm die vertikale Axe, während man durch r und r hindurchsieht, über das Gesichtsfeld hinweg. Sie stehen unter 25° schief gegen eine senkrechte Linie, und zwar auf einer r Fläche oben konvergirend, unten divergirend, auf der entgegengesetzten unten konvergirend und oben divergirend.

Fig. 520.



Sehr schön sieht sich diese Erscheinung auf einer Kugel von Axinit, von 1½ bis 3 Linien Durchmesser, nach Massgabe der stärkeren oder minderen Färbung des Krystalls.

127. Farbenerscheinungen dünner Blättchen.

Man hat an den Mineralien mancherlei zusammengesetzte Lichtverhältnisse, die sich aus dem Daseyn dünner Blättchen erklären lassen, durch eigene Ausdrücke bezeichnet, wie das Anlaufen, das Irisiren, die Farbenwandlung, das Farbenspiel, das Opalisiren.

1. Anlaufen.

Die Oberfläche angelaufener Mineralien ist mit einer dünnen Haut bedeckt, welche die Farben der Ringe mehr und weniger regelmässig und durch die Farbe der Unterlage modifizirt zeigt.

Einfarbig läuft frisch aufgeschlagenes zinnweisses Arsenik in wenigen Stunden an, es wird erst grau, auch bräunlich, endlich graulichschwarz. Ankerit, Braunspath, Spatheisenstein werden an der Oberfläche braun. Glanzblende wird glanzlos und schwarz. Kupferglanz bedeckt sich mit einem braunen Pulver. Kerat läuft bräunlich, endlich schwarz an. In pulverigem Zustande als Niederschlag von Chlorsilber schwärzt es sich viel schneller im violetten, oxydirenden Strahle des Spektrums, als im rothen; rein ausgewaschen unter Wasser schneller, als unter einer sauer gemachten Lösung, selbst im stärksten Sonnenlicht.

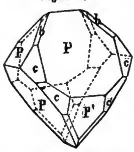
Pfauenschweifig angelaufen ist der Kupferkies und der Eisenglanz, regenbogenfarbig der Antimonglanz von Felsöbánya, taubenhälsig das Wismuth, stahlfarbig die Kobaltkiese. Alle diese Arten des Angelaufenen gehen in einander über. Auch der Braunspath, Quarz, Bleiglanz, Realgar, Steinkohle und andere Mineralien kommen angelaufen vor.

Eine der einfachsten Erscheinungen des Anlaufens kann man durch Anhauchen hervorbringen, z. B. auf ganz reine durch Theilbarkeit frisch hervorgebrachte Glimmerflächen von einiger Ausdehnung. Die dünnen Blättchen werden hier durch die zarte Wasserschicht hervorgebracht, welche sich niederschlägt. In Dr. Reades Iriskop wird ein schwarzer Spiegel mit Seifenlösung bestrichen und dann mit Gemsleder trocken gerieben. Diese

Fläche wird durch ein Glasrohr angehaucht, um die Ringe hervorzubringen *).

Die Austheilung der angelaufenen Farben ist zuweilen merkwürdig nach der Krystallform geregelt. In dem königlichen Mineralienkabinet in Berlin befinden sich Kupferkieskrystalle von der

Fig. 521.



Form Fig. 521 von Thaden in der Grafschaft Sayn-Altenkirchen. Die Flächen P' sind nicht angelaufen, die Flächen b und c zunächst an P' dunkelblau, der übrige Theil von c erst violet eingefasst, dann nebst P goldgelb. Der Eisenglanz von Elba zeigt die Fläche o senkrecht auf die Axe rein und scharf abschneidend von den zunächst anstossenden bunt angelaufenen Flächen. Am Bleiglanz ist oft das Oktaeder angelaufen, das Hexaeder rein.

Es verdient hier noch als höchst merkwürdig, vielleicht als eine Andeutung für die Erklärung einiger Fälle der Erscheinung, angeführt zu werden, dass v. Kobell durch den galvanischen Strom künstlich sehr schön angelaufenen Kupferkies hervorgebracht hat, von dem das k. k. montanistische Museum ein Stück, von ihm selbst dargebracht besitzt. Der Kupferkies wurde auf einer Zinkplatte, in einer Kupfervitriollösung liegend, mit dem negativen oder Kupferpole in Verbindung gebracht, wo sich also Kupfer reduzirte.

2. Irisiren.

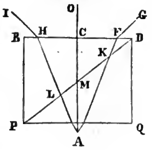
Zwischen den durch Theilbarkeit oder Bruch verursachten Trennungsflächen durchsichtiger Mineralien erscheinen die glänzenden Farben der gefärbten Ringsysteme. Man kann oft sieben bis acht hintereinander liegende Ringe zählen, mit der regelmässigen Aufeinanderfolge der Farben, doch sehr schmal. Bergkrystall zeigt schöne irisirende Sprünge von muschligem Bruch im Innern. Gyps, Kalkspath, Blende, Adular geben Beispiele. Der Heulandit zeigt so viele irisirende Theilungsflächen parallel hintereinander

*) Poggendorff Annalen für 1843. Bd. LXVIII. S. 453.

in der vollkommensten Theilungsrichtung, dass der Gesammteindruck der vielen bunten Farben, Weiss, den Perlmutterglanz bedeutend erhöht, ihn zum Theil hervorbringt.

Auch bei durchfallendem Lichte erscheinen abwechselnde irisirende Tinten am Regenbogenchalzedon, hier durch das Uebereinanderliegen der Ansatzschichten bedingt. Ganz rein sieht man diese Art farbiger Säume durch zwei gleichwinklige Glasprismen Fig. 522 wie den Grenzwinkel, und an demselben anliegend. Man beobachtet sie auch leicht, wenn man durch zwei mässig zusammengepresste Spiegelglastafeln sehr schief hindurchsieht.

Fig. 522.



3. Farbenwandlung.

Der Labrador zeigt parallel der Längsfläche $\infty\breve{H}$, der im zweiten Grade vollkommenen Theilungsfläche auf unscheinbarem grauen Grunde die lebhaftesten violetten, blauen, grünen, gelben und rothen Farbenreflexe, welche von kleinen vierseitigen Blättchen ausgehen, die man im Innern leicht durch ein Mikroskop unterscheiden kann, wie diess Sir David Brewster zeigte. Oft wechseln die in der Reihe am nächsten gelegenen Farben nach der Richtung des Daraufsehens. Die Farbe hängt von der Dicke der Blättchen ab, die höchst wahrscheinlich ganz leer, höchstens mit einer Materie von sehr geringer Brechkraft ausgefüllt sind. An einer neu entdeckten Feldspathvarietät von Arendal sind ähnliche bunte Blättchen in grösster Farbenschönheit zu sehen.

4. Farbenspiel.

Der edle Opal zeigt seine schönen rothen, grünen, blauen Lichtreflexe auf einem weissen, durchscheinenden Grunde bei vollkommen muscheligem Bruche und geringer Strahlenbrechung. Doch hält er bestimmte Richtungen, oft sind zwei Flächen durch eine gerade Linie getrennt, von welcher sie plötzlich verschiedene Richtungen annehmen. In den ausgesprochensten Fällen

scheint regelmässiges Gefüge die wahre Ursache des Farbenspiels an dem in den meisten Varietäten gänzlich amorphen Opale zu seyn. In manchen Varietäten bleibt nur ein schwach bläulicher Schein übrig.

5. Opalisiren.

Ein solcher Lichtschein in bestimmten Richtungen von bläulicher Farbe ist das Opalisiren, am Adular auf der Fläche $\infty\bar{H}$, welche die Kanten des Prismas von 120° hinwegnimmt, am Chrysoberyll auf dem Prisma von 119° 46′ und dessen kurzer Diagonale. Der bläuliche Lichtschein des Adulars von Ceylon ist zuweilen so dicht, dass senkrecht darauf gesehen das Stück minder durchsichtig und etwas röthlich erscheint.

Das Opalisiren des Katzenauges beruht auf der sehr dünnfaserigen Zusammensetzung und der kugligen oder kopfförmigen Gestalt, *en cabochon*, welche ihm künstlich gegeben wird. Auch andere ähnlich zusammengesetzte Mineralien opalisiren, wie Aragon und Gyps. Der Lichtschein folgt einer einzigen senkrecht auf den Fasern stehenden Richtung.

Gewisse Sapphirkrystalle, kopfförmig über die Axe geschliffen, zeigen einen sechsstrahligen Stern. Diese Erscheinung beruht auf ihrer rhomboedrischen Struktur, und insbesondere der Lage der Theilbarkeit und der Durchschnitte der Rhomboederflächen selbst, und der dem Grundrhomboeder R parallelen Zusammensetzungsflächen mit den Flächen senkrecht auf die Axe. Man nennt sie auch Sternsapphire oder Asterien. Bergkrystall zeigt seiner Struktur entsprechend in manchen rundlich geschliffenen Stücken eine Asterie beim Durchsehen gegen einen hellen Lichtpunkt, die aber nicht dreistrahlig, wie beim Sapphir, sondern sechsstrahlig ist. Am Granat wird eine rechtwinklig vierseitige Asterie beschrieben. An einem Stücke in dem k. k. Hofmineralienkabinet schneiden sich die zwei Strahlen etwa unter dem Winkel der rhomboedrischen Axen oder parallel den Kanten der Granatoidflächen. Sie zeigen im hellen Sonnenschein eine prismatische Farbenfolge, blau, gelb, roth. Ein dritter zarter Streif deutet die kurze Diagonale des Rhombus von 109° 28′ 16″ an.

II. DIE EIGENSCHAFTEN DER SUBSTANZ ODER MASSE DER MINERALIEN.

128. Inhalt.

Indem hier die Eintheilung Mohs beibehalten wird, darf wohl noch bemerkt werden, dass eine durchgreifend philosophische Eintheilung, mit Beibehaltung des Sinnes bereits vieldeutig angewendeter Ausdrücke, ein wenig lohnendes Beginnen ist. Uebrigens hat diess auch auf die mineralogische Terminologie keinen Einfluss, da hier doch nur jede Eigenschaft einzeln abgehandelt wird, und in so weit, als sie zum Verständnisse und zum Gebrauche derselben in der bestimmenden Naturgeschichte als Unterscheidungsmerkmal, in der beschreibenden als sinnlich wahrnehmbare Eigenschaft überhaupt angewendet werden kann.

Die Eigenschaften der Substanz, die sogenannten physikalischen Eigenschaften sind hier nur die im natürlichen Zustande unveränderten, keineswegs die chemischen oder diejenigen, welche erst während der Veränderung erscheinen. Ueberhaupt sind es von den physischen Eigenschaften homogener Körper alle solche, welche weder von der Gestalt und dem Raume, noch von der Gegenwart des Lichtes abhängen.

Wir betrachten sie unter den folgenden Abtheilungen:

Wärme, Aggregation, Härte, eigenthümliches Gewicht, Magnetismus, Elektrizität, Phosphoreszenz, Geruch, Geschmack.

Frankenheim theilt die Eigenschaften überhaupt in absolute und relative. Erstere enthalten die den Körpern abgesehen von ihrer Form oder als Ganze zukommenden Eigenschaften: Eigenthümliches Gewicht, Veränderungen desselben durch Temperatur und Druck, mittlere Lichtbrechkraft sammt den chemischen Reaktionen. Bei den letztern bezieht sich alles auf die eigenthümliche Form der Körper, Krystallform, Lage der Theilbarkeit und Härte, Lichtpolarisation, wenigstens zum Theil, Thermoelektrizität, Veränderungen der Krystallform durch Temperatur und Druck. Die Eigenschaften der einen Klasse hängen genauer untereinander zusammen als mit denen der andern. Vorzüglich gilt diess von den relativen, weil sie sich sämmtlich auf die

eigenthümliche Form des Krystalls beziehen. Hier werden sie nicht besonders getrennt, sondern sind bereits entweder für sich betrachtet wie die Form, oder den allgemeinen Erscheinungen angereiht.

129. Wärme.

Aehnlich den Verhältnissen gegen das Licht zeigen die Mineralien, wie alle Körper, eigenthümliche Verhältnisse gegen die Wärme, wobei wie dort das Mineral nicht verändert wird. Die Wärme wird in verschiedenen Graden hindurchgelassen, geleitet, absorbirt. Obwohl von beschränkter Anwendung, insbesondere weil die Untersuchungen nicht leicht anzustellen sind, bieten sie doch zu interessante Thatsachen dar, als dass sie ganz unberücksichtigt bleiben dürften.

Nicht jeder Körper lässt zugleich mit dem Lichte auch die Wärme hindurch. Kein Körper ist nach Melloni in dieser Beziehung mit dem Steinsalze zu vergleichen, und man hat daher Linsen von durchsichtigem Steinsalze als Sammler angewendet, anstatt der Linsen von andern durchsichtigen Körpern. Das Verhältniss selbst ist Diathermie genannt worden. Ein Wärmestrahl kann wie ein Lichtstrahl durch ein Prisma gebrochen werden.

Ein Sonnenstrahl durch ein Prisma von Steinsalz gebrochen, gibt nach Melloni das Temperatur-Maximum ganz im dunkeln Raume, von der Grenze des Roth etwa so weit entfernt, wie auf der entgegengesetzten Seite die Grenze zwischen Roth und Gelb. Durch eine Flintglasschicht wird das Temperatur-Maximum an die Grenze des Rothen gerückt, durch gewöhnliches Glas ins Rothe, durch Wasser und Alkohol in das anfangende Gelb.

Sehr wichtig ist der Unterschied der wärmeleitenden Kraft der Körper. Die Metalle sind die besten Leiter, die Nichtleiter gehören meistens den organischen Reichen an. Eine interessante Tabelle des Wärmeleitungsvermögens gibt Berzelius nach Despretz: *)

*) Lehrbuch der Chemie, I. p. 41.

1.	Gold	1000·0
2.	Silber	973·0
3.	Kupfer	898·0
4.	Platin	381·0
5.	Eisen	384·3
6.	Zink	363·9
7.	Zinn	303·9
8.	Blei	179·6
9.	Marmor	23·6
10.	Porzellan	12·2
11.	Ziegelthon	11·4.

Man hat in der älteren Mineralogie das mehr und weniger kalte Anfühlen der Mineralien, ob sie bessere oder schlechtere Leiter der Wärme sind, besonders bei den Beschreibungen der Edelsteine angewendet, die sich wirklich kälter anfühlen, als manche andere, etwa Kalkspath oder Gyps, oder endlich die aus den organischen Reichen stammenden Kohlen und Harze.

Die Wärmekapazität der Körper ist verschieden. Gleiche Gewichte verschiedener Körper von einem gleichen Temperaturgrade schmelzen ungleiche Quantitäten Eis, oder sie bringen mit einer gleichen Menge gleich temperirten Wassers gemischt ungleiche Temperaturgrade hervor, endlich erkalten sie in ungleich langer Zeit bis zu einer gleichen Temperatur. Die specifische Wärme des Wassers = 1·000 gesetzt, ist die des Merkurs = 0·0333. Dulong und Petit fanden zwischen der Wärmekapacität und dem Atomengewichte der einfachen Körper ein beinahe umgekehrtes Verhältniss, so zwar, dass die Produkte aus beiden eine nur wenig abweichende Zahl liefern.

Folgendes ist die von Rammelsberg *) entnommene Tabelle mit der spezifischen Wärme nach Regnault, dem Atomengewichte nach Berzelius und dem nahe gleichen Produkt, nämlich der konstanten Zahl.

*) Lehrbuch der Stöchiometrie, p. 262.

	Spezifische Wärme Wasser = 1·000	Atomgewicht	Produkt
Blei	0·0314	1294·50	40·647
Platin	0·03243	1233·50	39·993
Gold	0·03244	1243·01	40·328
Quecksilber	0·03332	1265·82	42·149
Wolfram	0·03636	1183·00	43·002
Antimon	0·05077	806·45	40·944
Tellur	0·05155	801·76	41·549
Jod	0·05412	789·75	42·703
Zinn	0·05623	735·29	41·345
Kadmium	0·05669	696·77	39·502
Palladium	0·05927	665·90	39·468
Molybdän	0·07218	598·52	43·163
Arsenik	0·0814	470·04	38·261
Selen	0·0837	494·58	41·403
Kupfer	0·09515	395·69	37·849
Zink	0·09555	403·23	38·526
Kobalt	0·10696	368·99	39·468
Nickel	0·10863	369·68	40·160
Eisen	0·11379	339·21	38·597
Phosphor	0·1889	196·14	37·024
Schwefel	0·20259	201·16	40·754

Der Ausnahmen sind wenige, aber die Untersuchungen sind nicht innerhalb des Bereiches eines studierenden Mineralogen, denn sie erfordern ausgezeichnete Physiker und Chemiker.

Regnault fand obiges Gesetz in vieler Beziehung auf die zusammengesetzten Atome der natürlichen Körper ausgedehnt.

130. Aggregation.

Die drei Hauptformen der Aggregation sind das Feste, Liquide oder Tropfbarflüssige, und das Elastischflüssige oder Gasförmige. Unter dem Festen wird das spröde, milde, geschmeidige, dehnbare, biegsame und elastische unterschieden.

1. Wenn man eine scharfe Kante eines spröden Minerals durch ein Messer hinwegschneiden will, so trennen sich Stäubchen mit Geräusch und fliegen umher, wie bei den Mohsischen Ordnungen der Gemmen, Kiese, Spathe u. s. w.

2. Von einem geschmeidigen Minerale lassen sich Späne abschneiden, aber diese Späne sind zerbrechlich, sie lassen sich selbst nicht weiter ausdehnen. Silberglanz, Kerat, Wismuth, einiges Bitumen sind geschmeidig.

3. Milde steht zwischen spröde und geschmeidig in der Mitte, die abgeschnittenen Theilchen fallen zu Pulver oder bleiben auf dem Messer liegen, wie beim Bleiglanz, Talk, Gyps und andern.

4. Dehnbare Mineralien lassen sich wie die geschmeidigen in Späne schneiden, aber diese können wieder zu Blech breit geschlagen, oder zu Draht ausgezogen werden. Nur einige Metalle sind dehnbar.

5. Biegsame Mineralien erlauben, dass man die Lage ihrer Theilchen verändert, ohne dass sie brechen, und ohne dass sie die frühere Lage wieder annehmen. Es gibt Mineralien, die weder dehnbar, noch geschmeidig, und doch biegsam sind, wie Gyps und Talk, aber alle dehnbaren sind biegsam.

Bei den elastischen Blättchen vieler Glimmerarten kann man die Lage ihrer Theilchen ändern, aber diese nehmen ihre frühere Lage wieder an. Es gibt auch elastisches Erdharz, und elastischen Sandstein, letzterer ist aus Quarz und Glimmerblättchen gemengt.

Tropfbarflüssige Mineralien sind entweder dünnflüssig, wenn sie rein abtropfen, wie Wasser und Merkur oder Naphtha, oder sie sind dickflüssig oder zäheflüssig, wenn sie beim Abtropfen Fäden ziehen, wie einige Varietäten von Erdharz oder Bergtheer.

Mehrere der obigen Eigenschaften sind für sich, und zur Vergleichung nahe stehenden Körper Gegenstand der Forschung der Physiker gewesen. So hat man unter den Metallen die zwei Abtheilungen der Dehnbarkeit, die Streckbarkeit, die Möglichkeit des Ausziehens zu Draht, und die Hämmerbarkeit, die Möglichkeit des Ausplattens zu Blech in folgender Ordnung gefunden:

Streckbarkeit

1. Gold,	5. Kupfer,
2. Silber,	6. Zink,
3. Platin,	7. Zinn,
4. Eisen,	8. Blei.

Hämmerbarkeit

1. Gold,	5. Platin,
2. Silber,	6. Blei,
3. Kupfer,	7. Zink,
4. Zinn,	8. Eisen.

Die Zähigkeit, ein Verhältniss unter den dehnbaren Körpern, welches dem Zustande des Spröden und Milden unter den nicht dehnbaren entspricht, wird durch Zerreissen von Stangen bei einem gewissen Gewichte gemessen.

Nach Musschenbroek *) zerreisst eine Stange von einem Quadratzoll von folgenden Gewichten:

1. Stahl	120 bis	150	Ctr.	7. Zinn	3·1 bis	6·5	Ctr.
2. Stabeisen	68 „	84	„	8. Wismuth		2·9	„
3. Gusseisen	42 „	59	„	9. Zink		2·6	„
4. Silber	40 „	43	„	10. Antimon		1·0	„
5. Kupfer	19 „	37	„	11. Blei		0·86	„
6. Gold	20 „	24	„				

Alles aus dem geschmolzenen Zustande fest geworden.

Nach neuerem Versuche mit Metalldraht **) von 2 Millimeter Durchmesser, zerrissen bei dem Kilogrammgewichte:

1. Eisen	249·159	5. Gold	68·216
2. Kupfer	137·399	6. Zinn	24·200
3. Platin	124·000	7. Zink	12·720.
4. Silber	85·062		

Die Tragkraft, wichtig für die Beurtheilung von Baumaterialien, und mehr bei zusammengesetzten und gemengten Mineralien, als bei einfachen vorkommend. Ein Würfel von einem Quadratfuss Fläche kann auf einer derselben nachstehendes Gewicht tragen, bis er zermalmt wird, von folgenden Körpern:

1. Porphyr	5120 Ctr.
2. Granit, orientalischer, fleischrother	1760 „

*) Berthier. *Traité des Essais par la voie sèche.* I. 529.

**) *Encyclopedia Britannica.* VI. Ed. Vol. 19. p. 756.

3.	Granit von Aberdeen	1568 Ctr.
4.	Sandstein von Craigleith bei Edinburgh	1192 „
5.	Granit aus Cornwall	812 „
6.	Weisser Marmor	872 „
7.	Travertino von Rom	616 „
8.	Weisser Marmor	456 „
9.	Sandstein zerreiblich aus Derbyshire	448 „
10.	Harter Ziegel	272 „
11.	Tuf von Rom	120 „
12.	Roogenstein aus Gloucestershire	92 „
13.	Weicher Ziegel	80 „
14.	Kreide	72 „
15.	Bimsstein	71 „
16.	Mörtel	63 bis 168 „

Die Verhältnisse der grösseren und geringeren Zähigkeit, welche sich beim Zerschlagen von grösseren Stücken einfacher, zusammengesetzter und gemengter Mineralien zeigt, ist durch den Ausdruck Zersprengbarkeit angedeutet worden und verschiedener Grade fähig, die durch sehr schwer und schwer, leicht und sehr leicht zersprengbar näher bezeichnet werden. Die dehnbaren Metalle sind fast gar nicht zu zerschlagen, sehr schwer die dichten Amphibolgesteine, die desshalb auch zu Pochstempeln angewendet werden, Basalte, Saussurit, Gyps, sehr leicht vorzüglich Feuerstein, Opal. Bei einfachen Mineralien löst sich das Verhältniss in die früher als Bruch und Theilbarkeit beschriebenen Erscheinungen auf. Im Ganzen sind spröde Mineralien leicht, dagegen milde, geschmeidige, dehnbare, schwer zersprengbar.

Die Elastizität, welche an geschliffenen Platten von Krystallen wahrgenommen werden kann, hat vorzüglich Savart *) zum Gegenstande einer eigenen Forschung gemacht. Die Schwingungen derselben zeigen eine Figur von absoluter Symmetrie, wenn sie senkrecht auf eine absolut symmetrische Axe geschnitten sind, Figuren, die mit prismatischen Schnitten §. 17. zusammenhängen, die nämlich entweder selbst Rhomben sind, oder

*) Annales de Chimie. Jan. 1829.

in denen man Rhomben verzeichnen kann, wenn die Schnitte gegen die Axe geneigt, oder derselben parallel sind.

An die milden Mineralien anschliessend, gibt es solche, bei welchen der Mangel an Kontinuität der Masse Veranlassung zu den Erscheinungen ist, welche man beobachtet. Diess sind die porösen Vorkommen, grösstentheils zerstörter oder nicht ausgebildeter Mineralien, welche Wasser begierig einsaugen. Sie hängen an der Zunge, wie manche Opale, selbst solche, welche Farbenspiel zeigen. Dergleichen Opale werden alsdann Hydrophane oder Weltaugen genannt. Sehr stark hängt der Kiebschiefer von Menil montant bei Paris, der davon den Namen hat.

Hieher gehört auch das magere Anfühlen des Kaolins, das fettige Anfühlen des Talkes.

Der Zustand der Aggregation wird durch Wärme verändert. Viele Körper nehmen alle drei der oben erwähnten Zustände blos durch Veränderung der Temperatur an. Das Wasser wird als Maassstab der Vergleichung betrachtet. Bei 0 Grad wird es fest, Eis, oder krystallisirt. Bei 100° des hunderttheiligen Thermometers kocht es, und existirt bei höherer Temperatur nicht mehr als tropfbare, sondern als elastische Flüssigkeit. Merkur wird bei — 40° fest, bei 360° kocht es und wird dampfförmig.

Folgendes ist die Uebersicht einiger Schmelzpunkte:

1. Merkur	— 40°	7. Naphthalin	79°
2. Eis, zu Wasser	0°	8. Ixolyt	100°
3. Scheererit	46°	9. Zinn	228°
4. Wachs	65° — 71°	10. Blei	312°
5. Hartit	74°	11. Wismuth	247°
6. Ozokerit	79°	12. Antimon	432°.

Andere Metalle schmelzen bei folgenden Graden des Wedgwoodischen Pyrometers und des hunderttheiligen Thermometers:

1. Silber	22°, 1022°	4. Eisen, Kobalt, Nickel	160°, 1587°
2. Kupfer	27°, 1092°	5. Mangan	180°.
3. Gold	32°, 1102°		

Bei vielen Körpern wird aber durch die Schmelzung eine wirkliche Veränderung hervorgebracht; sie kehren nicht wieder

in den früheren Zustand zurück. Die Untersuchung des Schmelzgrades kann daher hier nur anzeigen, bis zu welchem Temperaturgrade ein Körper in dieser Beziehung unverändert bleibt.

Für die Schätzung höherer Temperaturgrade hat v. KOBELL eine Skale der Schmelzbarkeit aufgestellt, welche feste Punkte zur Vergleichung darbietet. Sie sind:

1. Antimonglanz,	4. Almandin,
2. Natrolith,	5. Amphibol (Strahlstein),
3. Adular,	6. Bronzit.

Der erste, und auch in feinen Nadeln der zweite Grad schmilzt schon in der Lichtflamme.

Bei der Schmelzung unterscheiden sich zwei Zustände. Feste Körper werden plötzlich leichtflüssig und umgekehrt, wie wenn Eis zu Wasser wird, oder Wasser zu Eis krystallisirt; oder es tritt ein zäher Mittelzustand ein, wie beim Glase. Glas ist so zähe flüssig, dass es geblasen werden kann. Ziemlich schnell erkaltet, zeigt es einen fortdauernd amorphen Zustand. Sehr langsam abgekühlt, krystallisirt es ebenfalls und nimmt eine oolithische Struktur an, wobei es seine Durchsichtigkeit verliert. Basalt, geschmolzen und schnell erkaltet, gibt ein schwarzes Glas, langsam erkaltet, eine steinige Masse.

Auch wenn der Aggregationszustand nicht verändert wird, bewirkt doch die Wärme eine mehr und weniger starke Ausdehnung, welche ebenfalls als ein sehr wichtiger Gegenstand die Aufmerksamkeit der Physiker auf sich gezogen hat.

Die Ausdehnung beträgt zwischen 0° und 100° bei den Körpern:

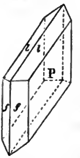
	Nach LAPLACE und LAVOISIER	Nach DALTON und DAVY
Zink	—	0·00296
Blei	0·00285	—
Zinn	0·00217	0·00278
Silber	0·00191	0·00238
Messing	0·00188	0·00180
Kupfer	0·00172	0·00170
Gold	0·00147	0·00194
Stahl (gehärtet)	—	0·00112

	Nach Laplace und Lavoisier	Nach Dalton und Davy
Eisen	0·00122	0·00126
Stahl (nicht gehärtet)	0·00108	—
Platin	0·00086	0·00087
Merkur	—	0·00835
Glas	0·00089	0·00083

in jeder der drei senkrecht auf einander stehenden Richtungen.

Bei Krystallen ist die Ausdehnung von der Lage der Axen abhängig, wie Mitscherlich *) zuerst am Kalkspathe gezeigt hat, dessen Winkel bei steigender Temperatur immer kleiner werden. Auf 100° beträgt der Winkelunterschied 8½ Minuten, die Kalkspathrhomboeder werden also durch die Wärme in der Richtung ihrer rhomboedrischen Hauptaxe ausgedehnt.

Fig. 523.



Orthotype Krystalle sind nach jeder ihrer Axen verschieden ausdehnbar, wie beim Aragon. Beim Gyps Fig. 523 ist die Ausdehnung für 100° die, dass der Winkel *ll* um 8½, der Winkel *ff* um 11 Minuten stumpfer wird. Die optischen Axen, welche in der Längsfläche liegen, und einen Winkel von 70° mit einander machen, konvergiren bei erhöhter Temperatur immer mehr, bis sie bei 92° zusammenfallen, worauf sie in einer senkrecht auf die Fläche *P* stehenden Ebene wieder zu divergiren beginnen.

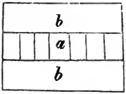
Auch zusammengesetzte und gemengte Mineralien dehnen sich nach ihrer verschiedenen Natur in verschiedenem Maasse aus. Die darauf beruhende verschiedene Ausdehnbarkeit, oder Zusammenziehung der Schichten, die im Innern der Erde angetroffen werden, verdient die grösste Aufmerksamkeit, besonders als Grundlage für die Erklärung mancher geognostischer Erscheinungen. Zum Theil ist auch hier die Wärme thätig, überhaupt aber Druck.

Befindet sich eine Schicht von Kalkschlamm, *a* Fig. 524, zwischen zwei Lagen von Thonschlamm, so ist das Aggregat,

*) Poggendorff, Band X. p. 137.

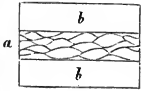
während der Festwerdung einem der ganzen Ausdehuung nach gleichartigen Drucke ausgesetzt. Aber der Thon ist zähe, der Kalk brüchig, oder wie man diess nennt kurz. Daher wird letzterer durch senkrechte Klüfte zerspalten, während ersterer seinen Zusammenhang behält und schieferig wird. Ein schönes Beispiel gibt der Ruinenmarmor. Die Klüfte werden auch wohl durch den in elektropositiver Richtung gebildeten Kalkspath ausgefüllt.

Fig 524



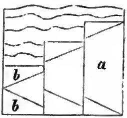
Eine Schicht von Thonschlamm, *a* Fig. 525, zwischen zwei sich zusammenziehenden Kalkschlammschichten *b*, kann der Zusammenziehung dieser nicht folgen. Die einzelnen festwerdenden Theile verschieben sich desswegen aneinander, und bringen die besonders an Alaunschiefern so häufigen gekrümmten und geglätteten Flächen oder Spiegel, §. 114, hervor.

Fig. 525.



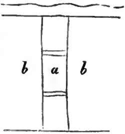
War die Dicke einer Kalkschicht zwischen Schiefern, Fig. 526, ungleich, aber der Druck gleichmässig, so konnten die in der Kalkschicht *a* entstehenden Klüfte eine wirkliche Trennung auch der Schiefertheile bedingen. Die Thonschichten, ursprünglich mehr wasserhaltig, lassen sich nämlich mehr zusammenpressen als die Kalkschichten. Diess gilt natürlich auch von andern Gesteinarten, welche in dem Gegensatze von brüchig und zähe gegen einander stehen.

Fig. 526.



Dehnen sich Gebirgsmassen, *b* Figur 527, stärker aus als die in denselben enthaltenen Gänge *a*, oder ziehen sich diese stärker zusammen, so entstehen Quersprünge, wie in der Figur. Dergleichen sind dann oft durch krystallinische Mineralien ausgefüllt, etwa durch katogen gebildeten

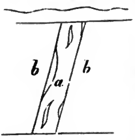
Fig. 527.



Kalkspath, wie bei manchen Gängen von Przibram, deren Masse hauptsächlich aus Blende, Bleiglanz, Spatheisenstein nnd Quarz besteht.

Bei den mehr als das Gestein *b* ausgedehnten Gängen, *a* Fig. 528, darf man erwarten, wenn sie auch zwischen demselben festgehalten sind, dass sie vorzüglich im Hangenden Drusenräume bilden. In der That kommen diese auch vornehmlich in den obern Teufen der Bergbaue vor, da wo die anogene Veränderung, durch Aufnahme von Oxygen und Wasser, gleichzeitig eintritt. Aber auch spiegelflächige Saalbänder, Lettenbestege, Bruchstücke, sämmtlich Beweise von Bewegung der Massen, sind nicht selten.

Fig. 528.



131. Härte.

Die Härte ist der Widerstand, welchen die festen Mineralien der Verschiebung ihrer Theile entgegensetzen. Dieser ist sehr verschieden und lässt sich daher gut an den Mineralien aufsuchen und zu ihrer Charakterisirnng und Beschreibung anwenden.

Einen absoluten Massstab für Härte gibt es nicht, nur ein Körper ist härter, als ein anderer. Man hatte Skalen für Härte in Zahlen ausgedrückt, von Kirwan, la Metherie und Romé de l'Isle. Haüy gab eine Härtetafel. Aber die Species waren zum Theil nnrichtig bestimmt, zum Theil die Härte nicht genau untersucht. Mohs nahm diese wichtige Eigenschaft der Mineralien neu vor, und indem er eine feste Anzahl Punkte annahm, für jeden derselben ein Mineral als Repräsentanten bestimmte, um mit diesem die Härte aller Mineralien zu vergleichen, erreichte er auf einmal Alles, was die Theorie zu leisten im Stande ist, indem feinere Unterschiede, wenn sie ja wünschenswerth sind, sich durch Interpoliren erreichen lassen.

Die zehn Grade der Mohsischen Härteskale nnd die Mineralien, welche sie repräsentiren, sind folgende:

1. **Talk**, grünlichweiss, theilbar.
2. **Salz**. Theilbar. Die Gypsvarietät, welche genau den Härtegrad besitzt, und deren sich Mohs anfänglich bediente, ist weniger leicht zu haben.
3. **Kalkspath**. Durchscheinend, theilbar. Vorzüglich die auf Gängen in Kalkstein so häufige Varietät, deren Hauptkrystallform das Rhomboeder 2R′ ist.
4. **Fluss**, durchsichtig oder halbdurchsichtig, theilbar.
5. **Apatit**, krystallisirt, oder theilbar.
6. **Adular**, theilbar.
7. **Quarz**, durchsichtig oder durchscheinend, krystallinisch.
8. **Topas**, Krystallfragmente, theilbar.
9. **Korund**, theilbar.
10. **Diamant**.

Die Eigenschaft der Härte wird durch den Buchstaben H ausgedrückt, Grade der Härte der Glieder der Skale werden durch die demselben beigesetzten Zahlen bezeichnet. So ist für die Härte des Kalkspathes H. = 3, für den Korund H. = 9. Wenn die Härte eines Minerals zwischen zwei Gliedern der Skale gefunden wird, z. B. für Harmotom zwischen 4·0 und 5·0, und der Abstand ziemlich gleich ist, so wird diess durch H. = 4·5 angedeutet. Ein näheres Uebereinstimmen zwischen dem Mittelgrade und einem Gliede der Skala wird entweder durch die Zeichen der Viertel 0·25 und 0·75, oder durch Angabe der Grenzen angedeutet. So ist beim Gyps die Härte H. = 1·5...2·0, beim Baryt H. = 3·0...3·5, beim Aragon H. = 3·5...4·0, beim Wollastonit H. = 4·5...5·0.

Die Abstände zwischen je zwei Gliedern der Skale sind nicht gleich. Doch hindert diess nichts in der Anwendung; die grösste Lücke ist wohl die zwischen 9 und 10, denn der Diamant ist über allen Vergleich der härteste Körper, den es gibt.

Ein jedes, durch eine höhere Zahl bezeichnete Glied der Skale ritzt das nächst niedrigere, und um so leichter alle darauf folgenden, aber es ritzt ein höheres nicht, oder wenn es ja in besonderen Fällen gelingt, die Oberfläche eines höheren Gliedes durch Ritzen zu verletzen, so gibt doch der umgekehrte

Versuch ein viel deutlicheres Resultat. Besonders die Anwendung einer geschliffenen Fläche erlaubt, dass zum Beispiel Apatit eine feine Linie auf Quarz hervorbringt. Diess hindert nicht, dass der Abstand doch von H. = 5·0 bis zu H. = 7·0 bleibe.

Für das Ritzen muss man aber den Quarz stets mit einer geschliffenen Fläche versehen, weil die Resultate auf anderen Flächen nicht deutlich erscheinen.

Man bedient sich nach MOHS des Ritzens der Glieder der Skale durch ein Mineral, dessen Härte zu bestimmen ist, und des Ritzens des Minerals durch die Glieder der Skale, nur, um sich vorläufig in Bezug auf diejenigen Glieder derselben zu orientiren, mit welchen man das zu untersuchende Mineral vergleichen soll. Dann fängt erst die genaue Prüfung an, wie folgt.

Man streicht ziemlich gleich grosse und gleich ausgedehnte Stücke mit nahe gleich scharfen Ecken und Kanten der zu vergleichenden Mineralien unmittelbar nach einander und abwechselnd auf einer feinen und harten Feile. Man vergleicht aber nicht die Härte der Mineralien mit der Härte der Feile, sondern die Härte der Mineralien untereinander vermittelst der Feile.

Durch die härteren Glieder, schon von 6·0 an wird die Feile polirt, durch das Ritzen werden die weicheren Glieder zerkratzt, doch ist diess ein geringer Verlust, und die Uebung nur macht den Meister.

Man legt die Feile mit einem Ende auf den Zeigefinger der linken Hand, und hält sie mit dem Daumen mässig fest, mit dem anderen Ende auf einen Tisch, um durch Resonanz den Ton zu verstärken, welchen das Mineral hervorbringt, indem man mit nicht zu starkem Drucke darüber hinstreicht. Dieser Ton, die Menge des Mehles, der Grad der Politur der Feile bilden die dem Urtheil dargebotenen Kriterien für die Härte.

Man beginnt das Studium der Härte mit dem Streichen auf der Feile, von gleichen und gleich gestalteten Stücken desselben Minerals, dann untersucht man den Unterschied der Wirkung ungleich grosser.

Hierauf vergleicht man die aufeinanderfolgenden Glieder der Skale mit Ritzen und auf der Feile.

Endlich bestimmt man die Härte irgend eines zu diesem Behufe ausgewählten Stückes.

Diese Methode der Bestimmung der Härte, welche wir MOHS verdanken, leistet alles, was man überhaupt billig verlangen kann.

In der WERNERischen Methode bediente man sich der Ausdrücke **sehr weich**, **weich**, **halbhart** und **hart**, um die Hauptunterschiede anzudeuten. Die Untersuchungsmittel waren Ritzen mit dem Fingernagel, Schaben mit dem Messer, Glasritzen und Feuerschlagen mit dem Stahle. Sie sind auch sehr anwendbar für die erste Orientirung, bevor man die Feile mit der Härteskale zur Hand nimmt.

Man unterscheidet durch das Ritzen mit dem Fingernagel leicht körnigen Gyps von körnigem Kalkstein; der erste lässt sich ritzen, der zweite nicht. Das Feuerschlagen mit dem sonst mehr als gegenwärtig verbreiteten Feuerstahle unterscheidet leicht Quarz, in den zusammengesetzten Feuerstein- und Hornsteinvarietäten, von ähnlichen Varietäten des Opals. Quarz gibt lebhaft Funken, Opal sehr wenige und matt. Das Ritzen der Fensterscheiben, obwohl überall zur Hand, verdient keine Aufmunterung.

Die Härte der Krystalle zeigt nach den Axen und Flächenverhältnissen derselben mancherlei Verschiedenheit. Im Allgemeinen sind scharfe Ecken dem Anscheine nach härter als breite Flächen, denn man kann mit den erstern die letztern ritzen. Krystallflächen sind härter als geschliffene und polirte Flächen, Theilungsflächen stehen zwischen beiden.

Theilungsflächen von ausgezeichneter Vollkommenheit sind weicher als die Krystalle, an welchen sie vorkommen, in anderen Richtungen. So ist die Härte des Gypses auf der Längsfläche, parallel der Theilbarkeit viel geringer, als auf den übrigen, die sich auch in der Richtung der Durchschnitte mit dieser leichter ritzen lassen, als senkrecht darauf. Der Kyanit zeigt auf der vollkommensten Theilungsfläche keine grössere Härte als die des Apatites H. = 5·0, während scharfe Ecken bis H. = 7·0 zu der des Quarzes hinansteigen. Das genaueste Studium aller die-

ser Verhältnisse ist sehr empfehlenswerth, und manches Interessante ist bereits von SEEBECK und FRANKENHEIM darin geleistet worden.

BREITHAUPT hat statt der MOHSischen zehntheiligen eine zwölftheilige Härteskale angewendet, indem er zwischen 2·0 und 3·0 von MOHS als eigenen Härtegrad den Glimmer von Zinnwald, zwischen 5·0 und 6·0 ebenfalls als abgesonderten Härtegrad den Sodalit einreihte. Wir betrachten diese Mineralien als Repräsentanten der Grade 2·5 und 5·5.

132. EIGENTHÜMLICHES GEWICHT.

Wenn man zwei ganz gleich grosse Würfel von verschiedenen Körpern wägt, so findet man in den meisten Fällen, dass ihr Gewicht ungleich ist. Das Verhältniss der so gefundenen absoluten Gewichte ist das specifische oder eigenthümliche Gewicht der Körper. Man vergleicht das eigenthümliche Gewicht aller Körper mit dem des destillirten Wassers, welches als Maass der übrigen = 1·000 gesetzt wird.

Folgende Tabelle enthält die specifischen Gewichte des grössten Theiles der einfachen Körper.

1. Iridium . . . . . 23·640 BREITHAUPT.
2. Platin . . . . . . 21·5 BERZELIUS, 23·5 CLOUD, Geschiebe 17·332 H, gemünzt 22·100, gewalzt 22·069, geschmolzen 20·857, Draht 19·267.
3. Gold . . . . 19·36 — 19·26 BRISSON, gemünzt 19·325, geschmolzen, 19·253.
4. Wolfram . . . . 17·600 D'ELHUYART, 17·4 BUCHOLZ.
5. Merkur, flüssig 13·98.
6. Palladium . . . . 12·1, LOWRY, 11·6 BENNECKE u. RIENECKER, 11·800.
7. Blei . . . . 11·39 KARSTEN, 11·33 KUPFFER, geschmolzen 11·352.
8. Rhodium . . . . 11·2 CLOUD, 11·0 WOLLASTON, 10·649.
9. Silber . . . . . . 10·809 krystallisirt, Kongsberg H., 10·51 BRISSON, 10·43 KARSTEN, geschmolzen 10·474.

10. Wismuth . . . . 9·88 THÉNARD, 9·80 MARCHAND u. SCHEERER, 9·822.
11. Kupfer . . . . . 8·94 MARCHAND und SCHEERER, 8·96 BERZELIUS. 9·0 MUSSCHENBROEK, gehämmert 8·878, gegossen 7·788, Draht 8·780.
12. Kobalt. . . . . . 8·71 LAMPADIUS, 8·51 BERZELIUS, 7·812.
13. Kadmium . . . . 8·694, BERZELIUS, 8·64 KARSTEN.
14. Molybdän . . . . 8·64 BUCHOLZ 8·611.
15. Nickel . . . . . 8·64 BRUNNER, 8·40 TURTE, 8·276.
16. Uran . . . . . . 8·1.
17. Mangan . . . . . 8·03 BACHMANN, 8·01 JOHN, 7·050—8·000.
18. Eisen . . . . . . 7·84 BROLING, 7·79 KARSTEN, meteorisch, Elbogen 7·788 H., geschmiedet 7·812, gegossen 2·207.
19. Zinn. . . . . . . 7·31 MEISSNER, 7·28 MILLER, KUPFFER, KARSTEN, 7·291.
20. Antimon . . . . . 6·70 KARSTEN, 6·61 BREITHAUPT, 6·72 MARCHAND und SCHEERER, 6·712.
21. Tellur . . . . . . 6·26 BERZELIUS, 6·115.
22. Zink . . . . . . 6·02 KARSTEN, 7·190.
23. Arsenik . . . . . 5·70 GUIBOURT, 5·62 KARSTEN, Modifikation durchs Glühen 5·96 GUIBOURT, gediegen 5·766 H.
24. Tantal . . . . . . 5·610.
25. Titan . . . . . . 5·3 WOLLASTON, 5·28 KARSTEN.
26. Chrom . . . . . 5·10 THOMSON, 5·900.
27. Jod . . . . 4·948.
28. Selen . . . . . . 4·32 BERZELIUS, 4·31 KARSTEN.
29. Diamant . . . . 3·520 MOHS, 3·55 BRISSON.
30. Brom, flüssig. . 2·966.
31. Graphit . . . . . 2·14, natürlich BREITHAUPT., künstlich 2·33 KARSTEN.
32. Schwefel . . . . 1·960 braun, amorph MARCHAND u. SCHEERER, krystallisirt 2·05, M. u. S., gelb 2·0 M. u. S.
33. Anthrazit . . . . 1·800.
34. Phosphor . . . . 1·770 BERZELIUS.
35. Natrium. . . . . 0·972 } GAY-LUSSAC und THÉNARD.
36. Kalium . . . . . 0·865 }

Für gasförmige oder elastischflüssige Körper nimmt man gewöhnlich nicht das Gewicht des Wassers, sondern das Gewicht eines gleichen Volumens von atmosphärischer Luft als Maassstab der Vergleichung an.

Man findet das eigenthümliche Gewicht fester Körper vermittelst der hydrostatischen Wage sehr leicht auf folgende Weise.

Fig. 529.

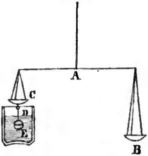


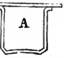
Fig. 529 stellt die Wage vor, deren Balken seinen Drehpunkt bei *A* hat.

Die Schale *C* hängt kürzer, als die Schale *A*, bei *C* ist an der höher hängenden Schale ein Haken, an welchen man mittelst einer Schlinge von einem Menschenhaare ein daran befestigtes Uhrglas *E* aufhängt. Das Uhrglas ist durchbohrt und mit einem sich im Wasser nicht oxydirenden Metalldraht als Bügel versehen, woran das Haar gebunden wird. Bei *D* trifft das Haar die Oberfläche des Wassers.

Nun wird in die Schale *C* der Körper gelegt, und durch Gewichte, welche in die Schale *B* kommen, sein absolutes Gewicht *G* bestimmt. Sodann legt man ihn in die Schale *E* und bringt neuerdings durch Gewichte *G'* die Wage ins Gleichgewicht. Man bedarf weniger als vorher, und zwar ist der Unterschied beider gefundenen Gewichtsmengen $G-G'$ das absolute Gewicht eines Volumens Wasser von gleicher Grösse mit dem Volumen des gewogenen Körpers. Der Quotient des absoluten Gewichtes des Körpers, durch das Gewicht des Wassers $\frac{G}{G-G'}$ ist sein specifisches Gewicht.

Eine sehr einfache Methode das specifische Gewicht eines Minerales auf einer gewöhnlichen feinen Wage zu finden, ohne sie erst hydrostatisch vorzurichten, ist folgende. Man tarirt die Wage so, dass auf einer Seite sich ein geschlossenes Gefäss voll Wasser befindet, welches die Form Fig. 530 besitzt. Es

Fig. 530.



wird sehr leicht aus einem Stück Glasröhre gemacht. Der Rand ist auf einer Glasplatte mit Schmirgel matt abgeschliffen, auch die Glasplatte, womit das Gefäss geschlossen ist, wird mit Schmirgel aufgerauht. Damit das Wasser *A* nicht zwischen Rand nnd Platte durch Kapillarität oder Verdunstung verloren gehe, wird die rauhe untere Glasfläche ganz zart mit Fichtenharz, Kanadabalsam, den der Mineraloge ohnedem wegen den optischen Studien haben muss, eingerieben. Die Deckplatte schliesst dann so genau, dass das Gefäss umfallen kann, ohne dass etwas verloren wird und ohne dass Luftblasen eindringen.

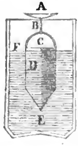
Nun wägt man das Mineral erst neben dem Glasapparat und findet so sein Gewicht *G*. Dann nimmt man beides herab und legt das Mineral in den Raum *A*, der übrigens noch voll Wasser bleibt, indem man die Deckplatte wieder vorsichtig darauf legt, damit keine Luft eingeschlossen werde. Das Aggregat erfordert nun *G'*, nämlich um das absolute Gewicht des Wasservolumens weniger als vorher, zur Herstellung des Gleichgewichtes. Wie vorher ist $\frac{G}{G-G'}$, das erste Gewicht, dividirt durch die Differenz beider, das spezifische Gewicht des untersuchten Körpers.

Auch hier kann man mehrere kleine Krystalle oder Bruchstücke zugleich wägen; bequemer als die vorige Methode ist diese für die Gewichstbestimmung pulveriger Körper. Endlich ist sie direkt anwendbar für Flüssigkeiten, von welchen man nur eine kleine Quantität bedarf. In einem solchen Glasgefäss kann man auch im Wasser lösliche Salze in Hinsicht ihres spezifischen Gewichtes untersuchen. Während des Vollfüllens muss man dabei Acht haben, dass nichts verloren gehe, aber dann ist es ganz gleichgiltig, ob etwas aufgelöst wird oder nicht, denn es geht nichts verloren, und doch wird auch überhaupt während der kurzen Zeit der Beobachtung nur ein Minimum aufgelöst.

Man hat einen ganzen Satz von Gläsern dieser Art von verschiedener Grösse, um die Wage bei kleinen Gegenständen nicht mit grossen Wassergewichten zu beschweren.

Das Nicholson'sche Aräometer in der von Mohs verbesserten Gestalt ist Fig. 531 dargestellt. Der Körper *D* ist von Blech und

Fig. 531.



hohl, die Spitze *E* mit Blei eingegossen, so dass das Instrument bis *F* ins Wasser getaucht wird. Man legt nun ein Gewicht *G* auf die Schale *A*, das Normalgewicht, welches genau hinreicht, um das Aräometer bis zu dem Punkte *B* auf dem Stifte einzutauchen. Das zu untersuchende Mineral und ein zweites Gewicht *G'* zusammengenommen tauchen das Instrument wieder bis zum Normalpunkt *B*. Der Unterschied der beiden Gewichte $G - G'$ ist das absolute Gewicht des Minerals. Legt man nun das Mineral in die Schale *C*, so wird ein drittes Gewicht G'' nothwendig, um das frühere Gleichgewicht herzustellen. Der Unterschied $G' - G''$ ist das absolute Gewicht des mit dem Minerale gleichen Wasservolumens. Das specifische Gewicht des Minerals ist $\frac{G - G'}{G' - G''}$.

Die Aräometer sind weit weniger empfindlich als gute gewöhnliche oder hydrostatische Wagen, wenn sie auch ihrer Wohlfeilheit wegen leichter zu haben sind. Für Bestimmungen kleiner Krystalle oder Fragmente sind sie nicht angemessen, und wenn sie auch in Hinsicht auf Genauigkeit genügen, um Neues schon Bekanntem anzureihen, so gewöhnt dagegen der Gebrauch der Wagen zeitig an Genauigkeit, deren wir nun in wissenschaftlichen Forschungen nicht mehr entbehren können. Jede gute Beobachtung soll registrirt werden, denn sie trägt wieder zur Vermehrung unserer Kenntnisse der Natur bei.

Einer der Hauptfehler älterer Gewichtsangaben rührte daher, dass man grosse Stücke nahm, die nicht rein, oder voll Zwischenräume waren, daher ein geringeres eigenthümliches Gewicht gaben, als das wahre. Es ist besser, feine Operationen zu machen, und ganz reine Krystalle oder ganz kleine Stückchen zu nehmen. Sie müssen sorgfältig gereinigt und auch durch Befeuchten oder allenfalls Auskochen von anhängenden Luftbläschen befreit werden.

Man untersucht die Mineralien bei verschiedenen Temperatursgraden, bringt sie aber dann auf gleiche Temperatur, wozu folgende Tabelle, nach den Daten von YOUNG *) auf REAUMUR'sche Grade berechnet dienen kann. Die Vergleichungstemperatur ist 12° angenommen, bei niedrigerer Temperatur erhält man die spezifischen Gewichte zu klein, bei höheren zu gross, wie folgt:

9°,	0·00048	15°,	0·00072
10°,	0·00034	16°,	0·00100
11°,	0·00019	17°,	0·00130
12°,	0·00000	18°,	0·00162
13°,	0·00022	19°,	0·00196
14°,	0·00046	20°,	0·00232.

Man sieht zugleich, dass die Korrektionen eigentlich sehr unbedeutend sind. Bei dem Gebrauche der Cylindergläschen wird das Wasser durch die Hand etwas erwärmt, wenn sie sehr klein sind, aber sie nehmen eben so schnell die Temperatur der Luft wieder an. Doch wird man durch Aufmerksamkeit, störende Fehler leicht vermeiden.

133. MAGNETISMUS.

Manche Mineralien werden von Magneten angezogen, andere sind selbst Magnete und ziehen kleine Eisentheilchen an. Der Nordpol eines Magnets zieht den Südpol eines anderen an, die gleichnamigen Pole aber stossen einander ab. Man nennt die ersteren von diesen Mineralien auch wohl retraktorische, die letzteren attraktorische.

Stark magnetisch sind Eisen und Magneteisenstein, schwach magnetisch vorzüglich Rotheisenstein und Magnetkies. Polarischen Magnetismus besitzen Magneteisensteine oder Gebirgsgesteine, welche denselben enthalten, die lange dem Einfluss der Atmosphäre ausgesetzt waren. Die Pole sind in ihrer natürlichen Lage nach dem magnetischen Meridian orientirt. Basalt, Serpentin, Thonschiefer, der ursprünglich linsenförmig körnigen Thoneisen,

*) URE *Chemical Dictionary*. Art. Calorie.

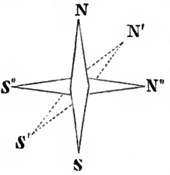
stein enthaltend, der Atmosphäre ausgesetzt war, zeigen diese Erscheinung.

Seit Örsted's Entdeckung des merkwürdigen Zusammenhanges des Magnetismus mit der Elektrizität sind wir vorbereitet anzunehmen, dass der natürliche Magnetismus durch elektrische Ströme an der Erdoberfläche hervorgebracht werde.

Magnetstäbe sind vortheilhaft, um kleine Theilchen magnetischer Körper aus gepulverten Gesteinen herauszuziehen, die dergleichen enthalten sollten. Die Magnetnadel ist für mineralogische Zwecke der beste Apparat zur Untersuchung des magnetischen Zustandes überhaupt und eine schwach magnetisirte ist bei der Untersuchung des polarischen Magnetismus vorzuziehen.

Zur Entdeckung kleiner Antheile magnetischer Kraft hat Haüy die von ihm erfundene Methode des doppelten Magnetismus angewendet. Sie besteht im Folgenden: Ein Magnetstab wird verkehrt in den magnetischen Meridian einer ruhenden Magnetnadel Fig. 532 gebracht, und zwar so, dass man ihn erst so weit davon hinlegt, dass er gar keine Wirkung auf sie äussert, und ihn erst dann ihr allgemach näher heranrückt. Dadurch wird der S Punkt der Nadel von dem S Punkte des Stabes abgestossen, und sie selbst aus ihrer anfänglichen Richtung gebracht, bis sie erst in die Stellung $S'N'$, und dann am Ende in die Stellung $S''N''$ gelangt, welche senkrecht auf SN steht, oder sich wenigstens der senkrechten Stellung nähert. Wird der Pol S der S'' zurückstösst und N'' anzieht, dem Umdrehungspunkte der Nadel nun nur um das Geringste genähert, so dreht sich die Nadel plötzlich und schnell ganz um, so dass ihr S'' Punkt auf N und der N'' Punkt auf S fällt. Dasselbe geschieht auch, wenn man einen nur ganz wenig magnetischen Körper an der Seite einem der Pole der Nadel nähert. Haüy hat auf diese Weise ge-

Fig. 532.



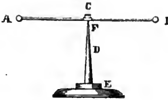
funden, dass von mehreren Mineralien der Magnet gezogen werde, die nicht auf die gewöhnliche Nadel wirken.

134. Elektrizität.

Die Elektrizität wird in den Mineralien entweder durch mechanische Einwirkung, Reibung, Druck, Spaltung, oder durch Wärme hervorgebracht; oder sie wird mitgetheilt. Endlich darf die Kontakt-Elektrizität oder der Galvanismus nicht übergangen werden, denn er ist es, von dem sich die Erklärung von vielen Erscheinungen bei der Bildung und dem Zusammenvorkommen der Mineralien erwarten lässt, wenn auch die unmittelbare Beobachtung desselben nicht innerhalb des Bereiches der abgesonderten Untersuchung der einzelnen Individuen liegt. An denselben schliessen sich die Erscheinungen der Thermo-Elektrizität.

Wenn man ein Stück Bernstein gegen Tuch reibt, so zieht er kleine Stückchen Papier oder Hollundermark an, und stösst sie sodann wieder ab. Das Wort Elektrizität, dessen man sich zur Bezeichnung der Ursache dieser Erscheinung bedient, stammt von dem griechischen Namen des Bernsteins, ἤλεκτρον ab. Die elektrische Nadel Fig. 533 ist eine sehr passende Vorrichtung für Beobachtungen dieser Art. Die Nadel wird am besten von Messing oder Silber recht zart und leicht gemacht, so dass die Knöpfchen *A* und *B* hohl sind. Die Nadel ruht mit einem isolirenden Achathütchen bei *C* auf einer feinen stählernen Spitze *F*.

Fig. 533.



Von einer geriebenen Siegellackstange werden die Enden der Nadel *A* und *B* angezogen, von einer geriebenen Glasstange ebenfalls. Aber nachdem die Nadel einige Zeit an der Siegellackstange fest angehalten, wird sie wieder von derselben abgestossen. Man sagt nun, die Nadel sey geladen, nnd zwar mit der sogenannten Harzelektrizität. Von einer geriebenen Siegellackstange wird die Nadel nun immerfort abgestossen, von einer geriebenen Glasstange aber noch immer angezogen. Eine an der

geriebenen Glasstange mit Glas-Elektrizität geladene Nadel stösst die geriebene Glasstange ab, zieht die geriebene Siegellackstange an. Man nennt die Harz-Elektrizität auch die negative, die Glas-Elektrizität die positive. Die entgegengesetzten Arten oder Zustände der Elektrizität ziehen sich an, die gleichartigen stossen sich ab. Um die elektrische Nadel vollständig negativ zu laden, muss man die Siegellackstange manchmal öfters reiben und an sie anhalten, besonders wenn die Nadel gross ist, daher man kleinere Nadeln vorzieht.

Wenn sich die Nadeln in ihrem natürlichen Zustande befinden, wenn man ihnen nämlich keine Elektrizität mitgetheilt hat, so werden die Kugeln von jedem Körper angezogen, der irgend eine der beiden Arten der Elektrizität besitzt. Ist sie geladen, so werden die Kugeln von allen jenen Körpern angezogen, welche entweder ganz in natürlichem Zustande sind, oder welche die der Nadel entgegengesetzte Art der Elektrizität besitzen; sie werden aber von jenen Körpern abgestossen, welche auf dieselbe Art elektrisirt sind. Auf diese Weise kann man auch entdecken, ob sich an einem Körper mehrere Arten von Elektrizität zeigen, und ob sie nach gewissen Gesetzen polarisch vertheilt sind. Die Versuche müssen übrigens mehrmals wiederholt werden, und besonders die Abstossung genau beobachtet, um einen sicheren Schluss zu fassen.

Metallstangen in der Hand gehalten und wie die Glas- oder Siegellackstangen gerieben, erzeugen keine elektrischen Erscheinungen. Doch nehmen die metallnen Nadeln Elektrizität an. Aber dazu müssen sie isolirt seyn, das heisst, auf einer Unterlage ruhen, welche die Elektrizität nicht mit fortnimmt. Die Metalle leiten die Elektrizität, oder sind Leiter, Siegellack, Glas sind idioelektrisch oder Nichtleiter. Die Nichtleiter isoliren. Die Metalle leiten die Elektrizität, aber nicht mit gleicher Geschwindigkeit, sondern in folgendem Verhältniss *):

1. Palladium	5709	3. Gold	3975
2. Silber 15,4löthig	5152	4. Kupfer	3838

*) Pouillet, Physik, von Müller. I. p. 554.

5. Platin	855	8. Eisen	600 bis 700
6. Messing	200 bis 900	9. Merkur	100.
7. Gussstahl	500 „ 800		

Metalle überhaupt können ebenfalls durch Reibung elektrisch werden, aber sie müssen isolirt gerieben werden. Man befestigt sie zu diesem Ende an eine Siegellackstange. Viele Krystalle, welche glattflächig sind, zeigen durch Reibung positive, oder Glaselektrizität, auch in geschliffenem Zustande, aber rauhflächige Krystalle oder Geschiebe sind Leiter, wenn auch unvollkommene, und nehmen selbst positive oder Glaselektrizität durch Reibung an, wie auch Silber, Blei, Kupfer, Zink, Messing, Wismuth, oder negative oder Harzelektrizität wie Platin, Palladium, Gold, Nickel, Eisen, Zinn, Arsenik, Antimon.

Haüy, dessen unermüdlicher Eifer diesem Gegenstande mit Vorliebe zugewendet war, verdanken wir ausser den oben verzeichneten, die Liste der folgenden Krystalle, welche durch Reiben, nicht durch Wärme, Erscheinungen der positiven oder Glas-Elektrizität zeigen und zugleich isoliren.

1. Salpeter,
2. Kalisulfat,
3. Steinsalz,
4. Glauberit,
5. Epsomit,
6. Gyps,
7. Anhydrit,
8. Fluss,
9. Apatit,
10. Aragon,
11. Kalkspath,
12. Dolomit,
13. Strontianit,
14. Witherit,
15. Baryt,
16. Cölestin,
17. Weissbleierz,
18. Bleivitriol,
19. Scheelit,
20. Zinkkarbonat,
21. Glimmer,
22. Kyanit,
23. Stilbit,
24. Apophyllit,
25. Analzim,
26. Nephelin,
27. Adular,
28. Amphibol,
29. Augit,
30. Epidot,
31. Chiastolith,
32. Spinell,
33. Korund,
34. Chrysoberyll,
35. Diamant,
36. Smaragd,

37. Euklas,
38. Cordierit,
39. Quarz,
40. Vesuvian,
41. Granat,
42. Zirkon,
43. Zinnstein.

Der durchsichtige Talk isolirt, wird aber negativ elektrisch, oder zeigt Harzelektrizität.

Folgende Körper isoliren und werden durch Reiben negativ elektrisch:

1. Schwefel,
2. Bitumen,
3. Retinit,
4. Bernstein,
5. Mellit.

Folgende Körper zeigen isolirt gerieben Harz- oder negative Elektrizität.

1. Graphit,
2. Wolfram,
3. Tantalit,
4. Cerin,
5. Uranerz,
6. Chromerz,
7. Magneteisenstein,
8. Pyrolusit,
9. Amalgam,
10. Antimonsilber,
11. Kupfernickel,
12. Arsenikkies,
13. Pyrit,
14. Markasit,
15. Magnetkies,
16. Kupferkies,
17. Fahlerz,
18. Zinnkies,
19. Silberglanz,
20. Kupferglanz,
21. Bleiglanz,
22. Wismuthglanz,
23. Antimonglanz,
24. Molybdänglanz,
25. Anthrazit.

Folgende Körper isoliren unvollkommen und erhalten negative oder Harzelektrizität:

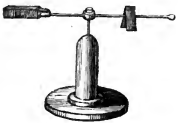
1. Kupfervitriol,
2. Eisenvitriol,
3. Vivianit,
4. Kobaltblüthe,
5. Rothbleierz,
6. Pyromorphit,
7. Gelbbleierz,
8. Pharmakosiderit,
9. Olivenit,
10. Libethenit,
11. Kupferlasur,
12. Dioptas,
13. Malachit *),
14. Uranit,

*) Isolirt oft, und wird gerieben positiv elektrisch.

15. Rutil,	17. Rothkupfererz,
16. Anatas,	18. Hämatit.

Durchsichtiger Kalkspath, der sogenannte Doppelspath, wird elektrisch, wenn man ihn zwischen den Fingern presst, und zwar zeigt er dann Glaselektrizität und behält sie sehr lange bei. HAÜY hat auf den Grund dieser Eigenschaft den Apparat Fig. 534 angegeben, an welchen ein Ende der elektrischen Nadel durch ein Stück Doppelspath ersetzt ist, welchem man durch Druck die positive Elektrizität mittheilt.

Fig. 534.



Glimmer ist sehr leicht theilbar. Nach BECQUEREL wird Elektrizität bei der Spaltung entwickelt, und zwar ist eine der beiden erhaltenen Theilungsflächen positiv, die andere negativ.

Durch Wärme sind mehrere Arten von Krystalien ausgezeichnet elektrisch. HAÜY zählte deren acht: Borazit, Topas, Axinit, Turmalin, Mesotyp, Prehnit, Galmei, Sphen.

RIESS und GUSTAV ROSE haben diese Pyroelektrizität neuerdings *) einer genauen Prüfung unterzogen, und dabei auch den Schwerspath und Bergkrystall als pyroelektrisch anerkannt.

Diese Abtheilung elektrischer Körper zeigt die bei weitem interessantesten Erscheinungen, denn es entstehen ganz im Allgemeinen ausgedrückt durch Aenderung der Temperatur bei denselben die oben unterschiedenen entgegengesetzten Elektrizitäten an verschiedenen Theilen eines und desselben Krystalles. Dergleichen Theile werden elektrische Pole genannt, eine Linie, welche entgegengesetzte Pole verbindet, heisst eine elektrische Axe. RIESS und G. ROSE nennen analoge Pole solche, bei welchen eine steigende + Temperatur, die positive + oder Glaselektrizität hervorbringt, antiloge Pole solche, bei welchen eine steigende + Temperatur die negative — oder Harzelektrizität hervorruft. Erkältung bringt die der Erwärmung entgegengesetzten Elektrizitäten hervor, durch die fallende —

*) POGGENDORFF's Annalen, Band LIX. p. 352.

Temperatur werden analoge Pole negativ —, antiloge positiv + elektrisch.

Die elektrischen Pole sind nach Riess und G. Rose entweder:

1. Terminal, mit entgegengesetzten Arten der Elektrizität nach einer einzigen oder Hauptaxe ausgetheilt, wie beim Turmalin, Galmei, Skolezit, oder nach mehreren symmetrisch liegenden Hauptaxen, wie beim Borazit und Rhodizit, oder sie erscheinen

2. in zwei sich kreuzenden Linien, wie am Axinit, die scheinbar mit der krystallinischen Struktur unvereinbar sind, beide Pole einer Linie analog, beide Pole der andern antilog.

Die noch unterschiedene zentrale Vertheilung, wo die analogen Pole im Mittelpunkte einer durch den Krystall gehenden Axenlinie liegen, und die beiden Enden derselben antiloge Pole sind: schliesst sich an den vorigen Fall an, wie diess insbesondere Hankel bemerkt hat *).

Die Untersuchungen der Herren Riess und G. Rose wurden vermittelst eines Behrens'schen Elektroskops mit trockener Säule nach Fechners Einrichtung **) mit einigen Modifikationen angestellt. Die Erwärmung geschah in einem Bade von feinem Bleischrot über einer Spirituslampe mit doppeltem Luftzug, und wurde höchst sorgfältig geführt, vorzüglich um die rein durch Erwärmung entstandene Elektrizität von derjenigen zu unterscheiden, welche durch Reibung entstand. Was immer für an der Oberfläche angesammelte Elektrizität wird nämlich plötzlich durch Eintauchen in die Spiritusflamme vernichtet.

Für die dem Mineralogen gewöhnlich zu Gebote stehenden Mittel, wo es auf den genauesten Temperaturgrad der Erwärmung nicht so sehr ankommt, ist die Erwärmung in der Flamme einer gewöhnlichen Spirituslampe sehr bequem und empfehlenswerth, wobei man den Krystall in einer feinen Zange klemmt, die an einer Siegellackstange, oder mit einem Seidentuche gehalten wird, um das Ganze zu isoliren. Man beobachtet das Abstossen an einer feinen geladenen elektrischen Nadel.

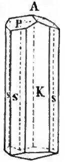
---

*) Poggendorff's Annalen, Bd. XLI. p. 281.

**) Poggendorff's Annalen, Bd. XLI. p. 230.

1. Turmalin. Bei einem Krystalle wie Fig. 535 durch das Vorkommen des dreiseitigen Prismas $\frac{\infty R}{2}$ orientirt, in der Spiritusflamme erwärmt, beobachtet man den elektrischen Zustand während der Abkühlung. Der Nadel ist durch Siegelwachs auf Tuch gerieben negative Elektrizität so lange mitgetheilt, bis die Nadel fortwährend abgestossen wird.

Fig. 535.



Das Ende *A* stösst die Nadel ab, besitzt also ebenfalls negative Elektrizität, und ist daher der analoge Pol, während *B* der antiloge Pol ist. Die Krystalle sind bald an dem einen, bald an dem andern Ende aufgewachsen, so dass man nach den elektrischen Erscheinungen Stücke von Krystallen zusammenkleben kann, welche an verschiedenen Individuen beide Enden mit Krystallflächen zeigen. Das dreiseitige Prisma stimmt dann in beiden überein, und kann daher selbst umgekehrt wieder zur vorläufigen Bestimmung der analogen und antilogen Pole dienen. Doch findet sich diese Austheilung nach Rose und Riess seltener, nämlich an den schönen Varietäten von Gouverneur in New-York, und an denen von Bovey-Tracey in Devonshire und von Sonnenberg bei Andreasberg, meistens kommt das Umgekehrte vor. Ich fand das beschriebene Verhältniss an gelblichbraunen Krystallen aus Brasilien.

2. Galmei. Der analoge Pol ist der, an welchem die Mehrzahl der Domen vorherrscht, der obere in Fig. 536, wie bei der an beiden Enden verschieden gebildeten Varietät vom Altenberge bei Aachen, welche ich im Sommer 1822 in Gesellschaft des Herrn Grafen Breunner an diesem Orte sammelte, aber erst später die merkwürdige Gestalt derselben bemerkte. Das entgegengesetzte Ende ist nach Rose und Riess der antiloge Pol. Zwei solche Krystalle in der Richtung ihrer Axe zwillingsartig zusammengesetzt, zeigen die zwei analogen Pole am Ende, die antilogen in der Mitte. Gewöhnlich ist das antiloge Ende aufgewachsen.

Fig. 536.

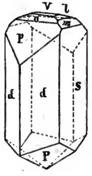


Fig. 537.

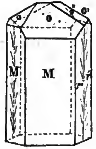
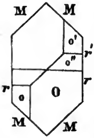


Fig. 538.



3. **Skolezit.** Das auskrystallisirte Ende der Zwillingskrystalle Fig 537 und 538 ist der antiloge Pol, das angewachsene der anologe. Der Natrolith ist nicht pyroelektrisch.

4. **Axinit.** Die Linie durch *A* und *A* Fig. 539 zeigt die zwei analogen Pole, die Linie durch *B* und *B* die antilogen. Nicht alle Krystalle sind deutlich elektrisch, die meisten schwach, aber die erregte Elektrizität bleibt sehr lange. Durch Reibung ist der Axinit sehr leicht elektrisch.

Fig. 539.

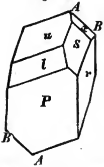
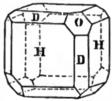


Fig. 540.



5. **Borazit** und **Rhodizit.** Die Ecken des Hexaeders, Fig. 540, an welchen sich die glänzenden Tetraederflächen finden, sind die antilogen, die mit rauhen Tetraederflächen die analogen Pole, also mit den rhomboedrischen Axen übereinstimmend. Am Rhodizit sind die analogen Pole nicht abgestumpft.

6. **Prehnit** und **Topas.** Die stumpfe Seitenkante des Prismas, am erstern von 90° 56′, am letztern Fig. 541 von 124° 19′, *GH* sind antilog elektrisch, analog die Mitte *M* der die beiden stumpfen Kanten verbindenden Diagonale im Querschnitte Fig. 542. Die verlängerten Endpunkte der Axe *A* und *B* sind bald positiv, bald negativ, die Seiten *CD* und *EF* schwach und nicht ganz gleichförmig.

Fig. 541.

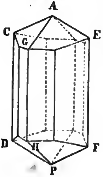
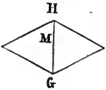


Fig. 542.



Diess gilt besonders von den brasilianischen

stark elektrischen Topasen, während HANKEL bei den sibirischen auch in der krystallographischen Hauptaxe einen elektrischen Gegensatz auffand.

HANKEL machte besonders auf den Umstand aufmerksam, dass während des Abkühlens am Borazit die Pole einen Wechsel der Elektrizität zeigen, also dieselben Pole, welche bei der einen Temperatur analog sind, bei einer andern antilog erscheinen.

Ferner beobachtete er auch die drei pyramidalen Axen des Borazits als entgegengesetzte Elektrizitäten zeigend. Diese letztere Erscheinung würde auf eine rhomboedrische Symmetrie der Austheilung derselben deuten. Aber manche dieser Angaben sind von RIESS und ROSE nicht konstatirt worden, und gehören daher wenigstens zu denjenigen Untersuchungen, welche wenn auch an sich von dem höchsten physikalischen Interesse, die gewöhnlichen Beobachtungsmittel des Mineralogen übersteigen.

An vielen Mineralien, die nach BREWSTER Pyroelektrizität zeigen, konnte keine von RIESS und G. ROSE wahrgenommen werden. BREWSTER hatte nicht sowohl die Polarität, als nur überhaupt das Faktum der Pyroelektrizität zum Gegenstande seiner Forschung. Er bediente sich kleiner Körperchen aus dem Innern der Halme von *Arundo phragmites*, die angezogen wurden, und einer feinen elektrischen Nadel. An manchen Körpern nahm er die erregte Elektrizität daraus ab, dass das Pulver des Minerals im gewöhnlichen Zustande von einer Glasplatte abgleitt, erwärmt aber und mit einem Glasstabe berührt, sich zusammenballte und an der Platte festhielt.

135. GALVANISMUS.

Es gibt Körper, welche bloss mit einander in Berührung zu kommen brauchen, um deutlich wahrnehmbare Elektrizität hervorzubringen. Eine Platte, die zum Theil aus Zink, zum Theil aus Kupfer besteht, zeigt am Zinkende positive, am Kupferende negative Elektrizität. Eine Menge Platten dieser Art in paralleler Stellung, durch eine passende fremdartige Materie, z. B. eine feuchte Scheibe getrennt und auf diese Art zu einer Säule, der VOLTAischen, zusammengebaut, aber nur wenn man sie schliesst, das heisst, wenn man auf irgend eine Art, z. B.

durch zwei Drähte die Enden oder Pole der Säule mit einander verbindet. Das Zinkende ist der positive, das Kupferende der negative Pol. Durch ersteren tritt der Strom von $+E$ aus, durch letzteren der Strom von $-E$. Die Kraft einer Voltaischen Säule und der vielfältigen galvanischen Ketten, welche die Physiker erdacht haben, und über welche uns jene Wissenschaft belehrt, ist so gross, dass Wasser unmittelbar in seine Elemente, Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt werden kann. Jener sammelt sich am negativen oder Kupferpole, dieser am positiven oder Zinkpole. Da sich die entgegengesetzten Spannungen ausgleichen, so ist der Sauerstoff als negatives, der Wasserstoff als positives Element des Wassers betrachtet worden. Auf dieser Grundlage fusst die elektrochemische Theorie von Berzelius, der jeden chemischen Prozess zugleich in elektrischer Beziehung beurtheilt. Früher Vereinzeltes wird seitdem in einem grossen Zusammenhange betrachtet. Faraday vergleicht die Pole sehr passend mit den Wegen für die Elektrizität und nennt sie desshalb Elektroden von ὁδος, der positive, Zinkpol an dem sich der Sauerstoff entwickelt, heisst daher auch die Anode, der negative, Kupferpol, an dem sich der Wasserstoff entwickelt, die Kathode.

Weniger für die naturhistorische Untersuchung, als für das Verständniss des Zusammenhanges unter den verschiedenen Mineralspezies ist eine aufmerksame Forschung in dieser Hinsicht anzuempfehlen. Die Formen des Vorkommens der Mineralien werden häufig durch Vergleichung mit dieser Theorie naturgemäss erklärt.

So wie Zink und Kupfer stehen alle Körper in mehr oder weniger kräftigem elektrochemischen Gegensatze zu einander. Sie bilden die Reihe der sechzig Grundstoffe, und sind, wie sie hier folgen, von Berzelius aneinander gereiht worden. Doch ist selbst diese Reihe nach Berzelius keineswegs für jeden Körper ganz sicher gestellt. Von 1 bis 24 sind Körper, die mit Sauerstoff, dem elektronegativsten, bestimmt negative; die übrigen solche, welche bestimmt positive Verbindungen geben, Säuren und Basen. Die Reihe ist nach Sättigungen bestimmt,

aber diese hängen selbst von der Temperatur und andern Umständen ab.

—*E* 1. Sauerstoff,	25. Gold,	43. Uran,
2. Schwefel,	26. Osmium,	44. Cerium,
3. Selen,	27. Iridium,	45. Thorium,
4. Stickstoff,	28. Platin,	46. Zirkonium,
5. Fluor,	29. Rhodium,	47. Aluminium,
6. Chlor,	30. Palladium,	48. Didym,
7. Brom,	31. Quecksilber,	49. Lanthan,
8. Jod,	32. Silber,	50. Yttrium,
9. Phosphor,	33. Kupfer,	51. Terbium,
10. Arsenik,	34. Wismuth,	52. Erbium,
11. Chrom,	35. Zinn,	53. Beryllium,
12. Vanadin,	36. Blei,	54. Magnesium,
13. Molybdän,	37. Kadmium,	55. Calcium,
14. Wolfram,	38. Kobalt,	56. Strontium,
15. Bor,	39. Nickel,	57. Barium,
16. Kohlenstoff,	40. Eisen,	58. Lithium,
17. Antimon,	41. Zink,	59. Natrium,
18. Tellur,	42. Mangan,	+*E* 60. Kalium,
19. Tantal,		
20. Niobium,		
21. Pelopium,		
22. Titan,		
23. Kiesel,		
24. Wasserstoff,		

Die elektrische Spannung zwischen zwei sich berührenden Körpern ist nach der Temperatur verschieden. Diess ist die Thermoelektrizität der Körper. SEEBECK hat sie an Metallen entdeckt, welche in der Gestalt von Stäben an beiden Enden aneinander gelöthet sind. Bei gleichbleibender Temperatur ist auch die Spannung gleich. Man kann dann eine Magnetnadel zwischen einer solchergestalt zusammengelötheten Kette ruhig sammt dem Viereck *SCS'*$_4$ Fig. 543, in den magnetischen Meridian stellen. Der obere Theil *SCS'* ist Kupfer, der untere *SS'* Wismuth. Erwärmt man nun eine der Löthstellen, so erfolgt eine Abweichung der Magnetnadel, wird aber dieselbe Stelle künstlich erkältet, so geschieht die Abweichung nach der

Fig. 543.



27*

entgegengesetzten Richtung. Der positive elektrische Strom geht an der erwärmten Löthstelle von dem untern Metalle gegen das obere nach folgender Spannungsreihe *):

— E 1. Antimon,	10. Zink,
2. Arsenik,	11. Gold.
3. Eisen,	12. Kupfer,
4. Messing,	13. Kobalt,
5. Rhodium,	14. Palladium,
6. Blei,	15. Platin,
7. Zinn,	16. Nickel,
8. Silber,	17. Merkur,
9. Mangan,	+ E 18. Wismuth.

Nach Becquerel wirken bei sehr hohen Temperaturen Eisen und Platin in umgekehrter Folge. Selbst bei einem einzigen Metalle, z. B. Wismuth oder Antimon, bringt nach Seebeck ungleiche Erwärmung Spuren von elektrischen Strömen hervor.

136. Phosphoreszenz.

Die Lichtentwickelung, welche die Mineralkörper unter gewissen Umständen zeigen, die nicht Verbrennung genannt werden kann, und auch nicht die allen Körpern gemeinschaftliche Erscheinung des Glühens ist, wird Phosphoreszenz genannt. Veränderung in dem Aggregatzustande, veränderte Anordnung der Theile liegt ihr jederzeit zum Grunde. In manchen Fällen, die jedoch weniger dem Mineralogen, als dem Physiker und Chemiker vorkommen, ist sie in der That ein geringer Grad oder eine Modifikation jener beiden Erscheinnngen.

Phosphoreszenz wird häufig entwickelt durch mechanische Einwirkung, wenn man ein Mineral mit einem harten Körper ritzt, darauf schlägt, oder ihn entzwei bricht. Die Blende von Kapnik zeigt diese Erscheinung sehr schön, wenn man sie mit einem Messer schabt, oder mit einer Spitze ritzt. Der körnige Kalkstein von Långbanshyttan und Sala in Schweden, vieler Dolomit leuchtet beim Daraufschlagen. Zwei Stücke Quarz an-

*) Pouillet Physik von Müller. I., p. 515.

einandergerieben, oder der eine mit dem anderen geritzt, phosphoresziren sehr deutlich. Von vielen anderen Mineralien gilt Aehnliches, so vom Apatit, Fluss, Baryt, Glimmer, Amphibol, Topas, wenigstens in einigen ihrer Varietäten. Sehr merkwürdig ist die Lichterscheinung beim Zerspalten oder Zerreissen der Mineralien, wie am Glimmer, der sie sehr leicht zeigt; nur muss man rasch verfahren. Auch das Einknicken der Blättchen phosphoreszirt. Pressung bringt Leuchten hervor, wenn auch vorzüglich an flüssigen, tropfbaren und elastischen Körpern *).

Phosphoreszenz wird durch erhöhte Temperatur erzeugt. Fluss, Diamant beginnen noch unter der Temperatur des siedenden Wassers zu phosphoresziren. Man beobachtet diese Erscheinung gut, wenn man kleine Stückchen oder das Pulver des zu untersuchenden Minerals auf einem Blatte Platinblech, wie solches in den Löthrohrapparaten gewöhnlich gegeben wird, der Einwirkung der Flamme einer Weingeistlampe aussetzt. Häufig geht aber die Eigenschaft durch den Versuch verloren und kann daher nicht zu den unveränderlichen naturhistorischen Eigenschaften gezählt werden, welche das Mineral in seinem natürlichen Zustande besitzt. Manche Körper leuchten im Glühen mit einem besonders hellen Schein, wie z. B. die Kalkerde, auch diess nennt man Phosphoresziren.

Eine höchst wunderbare Erscheinung ist die Phosphoreszenz durch Insolation, das Aussetzen der Körper an das Sonnenlicht. Vorzüglich gewisse Varietäten von Diamant leuchten noch einige Zeit im Dunkeln, wenn sie stark von der Sonne beschienen waren. Der sogenannte Bologneserspath, Schwerspath, leuchtet, geglüht mit Gummiwasser angemacht und getrocknet. Gyps, Fluss, Kalkspath, Aragon, Bernstein zeigen diese Eigenschaft, doch ist sie oft nur sehr kurze Zeit nach der Erleuchtung und in ganz dunklem Raume zu beobachten. Manche Körper dieser Art zeigen besonders diejenige Stelle gegen das Licht empfindlich, welche der Entladung eines starken elektrischen Funkens ausgesetzt waren.

*) HAUSMANN, Versuch einer Einleitung in die Mineralogie. 1828, pag. 412.

Die Phosphoreszenz war der Gegenstand vieler Forschungen von Dufay, Dessaignes und Placidus Heinrich *).

Das Licht, welches durch Insolation, durch Elektrizität aufgenommen ist, wird von diesen Körpern im Dunkeln als Licht, wenigstens zum Theil wieder ausgeschieden. In der neuesten Zeit hat man erst andere bleibende Wirkungen desselben auf Oberflächen untersucht, die Daguerreischen Lichtbilder, die aber so wie das Ganze des Studiums der Eigenschaften des Lichtes in den hier genannten Beziehungen mehr dem eigentlichen Physiker, als dem Mineralogen anheim fallen.

Lichterscheinungen dieser Art haben in neuester Zeit durch die Entdeckung Moser's ungemein an Wichtigkeit gewonnen, dass sich auf gleichförmigen Flächen Bilder von Gegenständen erzeugen, die in geringer Entfernung davon mit gänzlicher Beseitigung alles äusserlichen Lichtes einige Zeit hindurch fest gehalten werden. Vorzüglich ist dabei die von Waidele als Ursache der Erscheinung erwiesene Kondensation von elastischen Flüssigkeiten an der Oberfläche zu einer Art von selbstständiger Atmosphäre von dem grössten Einflusse auf die Betrachtung der gegenseitigen Einwirkung nahe aneinander gestellter Körper überhaupt.

Während der Bildung von Krystallen wird oft Licht entwickelt. Heinrich Rose beschrieb die Erscheinung bei der Krystallisation von schwefelsaurem Kali mit schwefelsaurem Natron. Nur bei dem Zusammenkrystallisiren beider in der Form des ersten entsteht Licht. Die chromsauren und selensauren Salze der beiden Alkalien, auch essigsaures Kali, Boraxsäure, besonders nach Buchner Benzoesäure zeigen das Phänomen.

Nach H. Rose ist die Veranlassung desselben der Uebertritt eines Körpers aus einem isomeren Zustande in einen andern. Er zählt also dahin auch das Aufglühen vor dem Löthrohre, oder bei erhöhter Temperatur überhaupt, welches verschiedenen Mineralien eigen ist, wie dem Orthit, Gadolinit und andern, auch dem Chromoxyd, der Titansäure und andern Körpern. Sie nehmen am eigenthümlichen Gewichte zu, und sind dann in Säuren viel weniger auflöslich als früher. Silber glüht beim Fest-

*) P. Heinrich, Phosphoreszenz der Körper. Nürnberg 1820.

werden auf, es blickt, indem es im Krystallisationsmoment plötzlich weissglühend wird.

Eine sonderbare Lichtentwickelung beobachtete ich in des verewigten Turner's Laboratorio in Edinburgh an schmelzendem Phosphor. Auf einer silbernen Spatel wurde durch langsames Erwärmen an einem Ende, ein Stückchen Phosphor an dem andern Ende liegend, geschmolzen. Sobald der flache, kleine Tropfen gebildet war, erschien die Oberfläche von zahlreichen, abwechselnden, immer in anderen Richtungen erneuerten, mannigfaltig gebogenen und ausgezackten Lichtlinien, wie von elektrischen Funken bedeckt, bis die Entzündung bei steigender Temperatur der Erscheinung plötzlich ein Ende machte.

137. Geschmack.

Es gibt Mineralien, die auf der Zunge einen Geschmack hervorbringen. Die allermeisten von den festen sind geschmacklos, und dieser Gegensatz insbesondere ist für die Anwendung in der Charakteristik wichtig. Doch verdient angeführt zu werden, dass das Verhältniss des Geschmackerregens von der Auflöslichkeit der Körper im Wasser abhänge, und daher nur der praktischen Anwendbarkeit wegen unter den naturhistorischen Eigenschaften erscheine. Da manche Körper bei der Eigenschaft des Geschmackerregens zerstörende Eigenschaften auf den Organismus äussern, so ist bei der Untersuchung derselben die höchste Vorsicht zu empfehlen.

Salze, die so häufig als Effloreszenzen vorkommen, bei welchen wenig andere naturhistorische Eigenschaften wahrnehmbar sind, unterscheiden sich leicht durch den Geschmack.

Die gewöhnlich vorkommenden Arten des Geschmackes sind:

1. Zusammenziehend. Die Vitriole.
2. Süsslich. Alaun.
3. Salzig. Steinsalz.
4. Alkalisch. Natron.
5. Kühlend. Salpeter.
6. Bitter. Epsomit.
7. Stechend. Salmiak.
8. Sauer. Schwefelsäure, nur im Zustande der stärksten Verdünnung zu untersuchen.

Längst haben die Chemiker für die direkte, oft missliche Untersuchung des Geschmacks durch die Zunge, wenigstens in so fern derselbe sauer oder dem Sauern entgegengesetzt, nämlich alkalisch ist, durch Pflanzensäfte gefärbte Papiere angewendet. Die blauen im Allgemeinen werden von Säuren roth, von Alkalien grün gefärbt. Jenes zeigt eine saure, diess eine alkalische Reakzion, da sich die Erscheinung auch auf den elektrochemischen Gegensatz bezieht. Diese Methode ist sehr empfehlenswerth und wird in den chemischen Lehrbüchern ausführlich erläutert.

138. Geruch.

Manche Mineralien besitzen in ihrem gewöhnlichen Zustande einen eigenthümlichen Geruch, wie insbesondere die Erdharze, deren Geruch bituminös ist. Deutlicher erscheint dieser Geruch, und ist dann oft eigenthümlich aromatisch, wenn die Mineralien erwärmt, oder gar einem höheren Temperaturs-grade ausgesetzt, wenn sie gerieben oder zerschlagen, auch wenn sie, zum Beispiel durch Anhauchen, befeuchtet werden.

Der Geruch des Hydrothiongases wird mit dem fauler Eyer, der des Phosphorwasserstoffgases mit dem fauler Fische verglichen, der eigenthümliche Geruch der schwefligen Säure ist bekannt.

Kalkstein riecht beim Reiben oder Daraufschlagen häufig bituminös, und zwar mit mancherlei Abänderungen, als Stinkstein, zuweilen rein wie Naphtha. Frisch aufgeschlagene Stücke zeigen den Geruch oft stärker, als solche, die lange an der Luft gelegen, und die beim Reiben mehr einen brenzlichen Geruch wahrnehmen lassen, ähnlich dem, welcher entsteht, wenn zwei Quarzstücke oder andere harte Steine aneinander gerieben werden. Die Austern, *Ostrea longirostris* von Pecsvárad bei Fünfkirchen riechen bituminös, *Venericardia Jouannoti* von Neudörfel bei Theben in einigen Exemplaren, welche ich dort sammelte, entwickelt den Geruch nur im Inneru der Muschel, zunächst dem Orte, wo das Thier sich befand. Bei einer Art *Diceras* von Adrigang an der Wand bei Wienerisch-Neustadt, ist der Geruch am stärksten in den Resten der Epidermis, schwach in der von körnigem Kalkspath erfüllten Schale; die Ausfüllung der leeren Räume mit

Kalkmergel gibt keinen bituminösen Geruch. Ein Schluss auf die katogene Entstehung dieses Geruches aus organischen Resten ist also vollkommen gerechtfertigt, selbst für die ungeheuren Stinksteinstraten aus den durch Ehrenberg in den neueren Kalkbildungen nachgewiesenen mikroskopischen Thieren.

Auch der Trüffelgeruch manches Quarzes und Kalksteines, von den Franzosen *Tartuffite* genannt, so wie der eines vegetabilische Reste und Foraminiferen enthaltenden Spizasalzes von Wieliczka dürfen wohl auf die organischen Reiche zurückgeführt werden.

Weisser Kalkspath von St. Galien in Steyermark, aber auch der dunkelgraue Kalkstein, in dem er in der Form von Gangtrümmern vorkommt, riecht, wenn man darauf schlägt, von Schwefelwasserstoffgas, ein anderer Beweis von reduktiver Bewegung.

Wenn man mit Eisenkiesen Feuer schlägt, so nimmt man den Geruch des Schwefels, wenn man mit Arsenikkies Feuer schlägt, den knoblauchartigen des Arseniks wahr, welchen diese Mineralien enthalten.

Braunkohle, Schwarzkohle riechen entzündet bituminös, Anthrazit nicht. Dieser Unterschied ist in der Charakteristik schätzbar, obwohl streng genommen, mehr dem Gebiete der Chemie, als der Naturgeschichte angehörend.

Bekanntlich absorbiren poröse Körper mancherlei Gasarten. Sie sind es auch, die befeuchtet einen thonigen Geruch wahrnehmen lassen, wie mancher Thon, der selbst bei einigen, besonders magnesiahältigen Varietäten bitterlich genannt werden kann, wie bei vielen Amphibolen, u. s. w.

Merkwürdig bleibt auch immer der eigenthümliche Geruch gewisser Abtheilungen in den Mineraliensammlungen, etwa der Steatite, Trachyte, Porphyrbreccien und anderer, grösstentheils poröser Körper. Nicht ohne Interesse dürfte eine zusammenhängende Untersuchung dieser Absorptionsverhältnisse seyn, welche wohl sicher das Braunwerden der Oberfläche und die Löthrohr-Reakzion auf organische Stoffe bei manchen magnesiahältigen porösen Körpern bedingen.

ZWEITES HAUPTSTÜCK.

SYSTEMATIK.

139. Inhalt.

In der Terminologie werden die Eigenschaften der Mineralien einzeln an und für sich zu dem Zwecke betrachtet, um sie genau kennen zu lernen und denjenigen Gebrauch in allen Theilen der Mineralogie davon zu machen, dessen man eben bedarf. In der Systematik betrachtet man die Individuen, an welchen jene untersucht werden können, als Ganze; sie sind der eigentliche Gegenstand aller naturhistorischen Forschung, aber hier ist der Ort, Rechenschaft über ihre grössere oder geringere naturhistorische Verwandtschaft zu geben. Nach den Grundsätzen von Mohs folgen sie den Begriffen der Einerleiheit, Gleichartigkeit und Aehnlichkeit, bilden aber in ihrer Individualität die Grundlage aller ferneren Betrachtungen.

Der ausführlichen philosophischen Begründung und Entwickelung des Verfahrens diese Begriffe zu erhalten, und der Begriffe selbst, wie sie der grosse Meister zuletzt in dem ersten Theile seiner Naturgeschichte des Mineralreiches niedergelegt hat, entnehmen wir hier bloss die Resultate, die möglichst einfach und gedrängt zusammengestellt werden sollen.

140. Individuum.

Die Kenntniss der Mineralien in vielerlei Beziehungen war schon sehr weit vorgerückt, Werner hatte sein System, Haüy seine krystallographischen Forschungen bekannt gemacht, und noch war der Begriff eines mineralogischen Individuums nicht auf eine solche Weise festgestellt, dass man dasselbe mit den Individuen der organischen Reiche auf gleicher Stufe betrachten konnte. Mohs hat den Begriff desselben in dem Produkte eines

einzigen, vollendeten, krystallinischen Anschusses erkannt. Er beruht auf der Krystallisation, mit welcher die unorganische Materie in das Mineralreich eintritt. Was nicht krystallisirt, ist auch nicht individualisirt, oder zeigt keine Individuen.

Für die Terminologie definirt Mohs das Individuum als „ein Mineral, welches einen von *ursprünglichen* Begrenzungen um und um eingeschlossenen Raum einnimmt, und denselben mit einer *homogenen* Materie *stetig* erfüllt *)."

Für die Bedürfnisse der Systematik wird erläutert, dass das Individuum betrachtet wird als: „eine bestimmte Verbindung einzelner, ungleichnamiger, naturhistorischer Eigenschaften, welche die Natur selbst hervorgebracht hat **)". Uebereinstimmend mit diesen Definitionen wird also in der Terminologie ein abstrakter, in der Systematik ein konkreter Begriff des mineralogischen Individuums zum Grunde gelegt, denn nur was die Natur selbst hervorgebracht hat, darf hier Gegenstand weiterer Forschungen werden.

Das Individuum ist das Gegebene. Die Natur bringt die Individuen hervor, mit den in der Terminologie erläuterten Eigenschaften. Der menschliche Verstand sucht sie erst einzeln kennen zu lernen, dann unter allgemeineren Begriffen zusammenzufassen, erst die zunächst aneinanderstehenden, dann die entfernteren, endlich alle.

Die Wichtigkeit dieses von Mohs in seiner Reinheit aufgestellten und durchgeführten Begriffes ist selbst jetzt noch keineswegs so allgemein anerkannt und der Begriff selbst so allgemein angenommen, als er es verdient.

So betrachtet in der neuesten Zeit noch Beudant als mineralogisches Individuum den „einfachen Körper, das Element oder den Verein einer gewissen Anzahl von Elementen in gewissen relativen Verhältnissen." *Cours élémentaire*, p. 131.

---

*) Mohs Naturgeschichte des Mineralreiches. p. 21.

**) Mohs Naturgeschichte des Mineralreiches. p. 319.

Diese Definition ist der Naturgeschichte, also auch der Mineralogie, die ein Theil derselben ist, gänzlich fremd.

Ohne dem Mohsischen Begriffe des Individuums ist die Mineralogie selbst keine unabhängige Wissenschaft.

141. Einerleiheit.

Es gibt Individuen im Mineralreiche, welche so genau mit einander in Bezug auf ihre Eigenschaften übereinstimmen, dass man bei der Untersuchung eines jeden einzelnen derselben stets zu dem gleichen Resultate gelangt, eine gleiche Verbindung ungleichartiger naturhistorischer Eigenschaft entdeckt. Eine Anzahl gleich grosser, gleich kolombinroth gefärbter Granatoide von gleicher Härte, gleichem spezifischen Gewicht, ursprünglich in Chloritschiefer, nur das eine nicht an demselben Orte wie das andere eingewachsen, und nun nebeneinanderliegend, von Granat entsprechen streng dem Begriffe der Einerleiheit oder Identität. Bei aufgewachsenen Krystallen, oder solchen, deren Grösse abweicht, dürfen wir nichts desto weniger ebenfalls vollkommene Einerleiheit annehmen, wie wenn zum Beispiel mehrere apfelgrüne Hexaeder von Fluss, entweder von einander getrennt auf einer gemeinschaftlichen Grundlage aufgewachsen erscheinen, oder wenn sie sich zum Theil berühren, oder auf verschiedenen Stücken, selbst von verschiedenen Lokalitäten beobachtet werden.

Man sagt von Individuen der Art, wie sie oben betrachtet wurden, in deren naturhistorischen Eigenschaften sich keine Unterschiede auffinden lassen, dass sie einerlei oder identisch sind.

142. Gleichartigkeit.

Unter der Masse von Individuen, welche die Natur uns darbietet, gibt es aber solche, die in allen ihren Eigenschaften übereinstimmen, bis auf eine einzige. Es gibt apfelgrüne Hexaeder von Fluss, und es gibt apfelgrüne Oktaeder von Fluss. Man trifft aber auch Individuen, welche als Krystallgestalt eine Kombination aus dem Hexaeder und dem Oktader erkennen lassen. In dem letzten Individuo zeigt die Summe der übrigen naturhistorischen Eigenschaften die Gestalt des Hexaeders und des Ok-

taeders zugleich, vermöge des ersteren ist das Individunm identisch mit dem einen, vermöge des letzteren mit dem zweiten der zuerst betrachteten Individnen. Man sagt von Individuen, welche sich so nahe stehen, wie die vorhergehenden, in welchen der Begriff der Einerleiheit durch Substitution von Eigenschaften, welche an einem Individuum vorkommen können, hervorgebracht wird, dass sie gleichartig sind.

Hexaeder und Oktaeder kommen zusammen in Kombination vor, können von einander abgeleitet werden, gehören zu einer Krystallreihe. Was von ihnen gezeigt wurde, gilt als Folge für alle übrigen Krystallreihen. Die letzteren treten also für den Begriff der Gleichartigkeit an die Stelle der absoluten Uebereinstimmung der Formen für die Identität.

Man kennt aber eine grosse Anzahl verschiedener Individuen von Fluss, die sämmtlich die Gestalt von Hexaedern besitzen, aber eine grosse Mannigfaltigkeit von Farben zeigen, Varietäten von Gelb, wie honiggelb, weingelb, von Grün, wie grasgrün, apfelgrün, berggrün, von Blau, wie himmelblau, violblau, einige von Roth, wie kermesinroth, rosenroth, die durch blasse Tinten in das vollkommen Ungefärbte und Wasserhelle übergehen, und sich mannigfaltig in einander verlaufen. Bei dem Versuche, die am wenigsten verschiedenen Individuen zu versammeln, entdeckt der Mineraloge die Farbenreihe, eine Aufeinanderfolge oder ein Netz verschiedener einzelner Farbenabänderungen, die so genau und unmittelbar auf einander folgen, dass man nicht im Stande ist, zu sagen, wo man innerhalb derselben einen Abschnitt machen sollte, wo die eine Hauptfarbe ende, und die andere beginne. Individuen, welche in allen Eigenschaften übereinstimmen bis auf die Farben, sind trotz dieser Verschiedenheit gleichartig, wenn diese Verschiedenheiten selbst eine zusammenhängende Reihe bilden.

Die nämlichen Schlüsse, welche von der Krystallreihe gelten, sind auch auf die Farbenreihe anwendbar, nämlich die Farbenreihe tritt für den Begriff der Gleichartigkeit genau an die Stelle der einzelnen Farbentinten für den Begriff der Identität. Aber die Krystallreihe lässt sich aus einer einzigen beobachteten Gestalt entwickeln, während man bei der Farbenreihe

weder über die Grenzen hinausgehen darf, noch auch Zwischenglieder vorauszusetzen berechtigt ist, welche etwaige Lücken ausfüllen sollten.

143. Kennzeichenreihen.

Gleichartige Individuen besitzen dem Vorhergehenden zu Folge entweder vollkommen gleiche naturhistorische Eigenschaften, oder die Verschiedenheiten, welche in denselben vorkommen, bilden aufeinanderfolgende Glieder von zusammenhängenden Reihen. Man nennt diese Reihen in den Eigenschaften Kennzeichenreihen, weil die Eigenschaften selbst in dem vierten Hauptstücke der bestimmenden Mineralogie als Mittel zur Erkennung der Individuen benützt werden. Die Eigenschaften der Mineralien sollen hier kürzlich in der Folge, wie sie in dem Hauptstücke der Terminologie erörtert wurden, betrachtet werden, um zu untersuchen, welche zu den unveränderlichen, welche zu den reihenbildenden gezählt werden müssen. Beständig müssen sie beide seyn, die ersten absolut, die letzten als Ganze betrachtet.

1. Gestalt. Die Krystallreihen stimmen als Kennzeichenreihen vollkommen mit dem geometrisch entwickelten Begriffe überein. Reihen, die zu verschiedenen Krystallsystemen gehören, können unter gleichartigen Individuen nicht vorkommen. Auch ein bestimmt verschiedener Charakter der Kombinationen, das Verhältniss der Pantoedrie und Hemiedrie entscheidet, doch darf man nie der Beobachtung vorgreifen, und das etwa nicht Beobachtete als nicht existirend voraussetzen.

2. Oberfläche. Reihen in der Beschaffenheit derselben sind gewöhnlich und beruhen oft auf Zufälligem. Krystalle und Körner, eckige Stücke, Zusammensetzungsstücke von mancherlei Form hängen durch sie mit einander zusammen.

3. Theilbarkeit. Gewöhnlich von dem höchsten Grade der Gleichförmigkeit. In Bezug auf die Art derselben, als innerer Ausdruck der Krystallisation, ist diese Eigenschaft nach den Verhältnissen der Gestalt zu beurtheilen. In der Vollkommenheit gibt es ziemlich ausgedehnte Reihen, wie z. B. beim Kalkspath, der als Doppelspath von Island glattflächig mit der grössten Voll-

kommenheit theilbar ist, während es Varietäten gibt, aus denen nur beinahe unkennbare Rhomboeder erhalten werden können.

4. Bruch. Reihen finden sich aus Theilbarkeit in muschligem und ebenen Bruch, so wie diese Erscheinungen ebenfalls an gleichartigen Mineralien in Reihen vorkommen.

5. Zusammensetzung. Von den grossen erkennbaren Individuen, die einzeln erscheinen, bis zu denjenigen, welche nur noch vermittelst der stärksten Vergrösserung wahrgenommen werden können, und in den mannigfaltigsten Zusammensetzungen sind die Reihen überall vorhanden. Man erkennt sie im Aeussern und in der Struktur. Grosse und kleine Individuen, einfache und zusammengesetzte Mineralien können gleichartig seyn, letztere jedoch nur kollektiv.

6. Glanz. Die Art des Glanzes ist häufig beständig, so der Perlmuttergianz auf einzelnen vollkommenen Theilungsflächen am Gyps; aber es kommen auch Reihen vor, wie am Quarz eine Reihe von Glasglanz in den Fettglanz, am Rothgiltigerz vom Diamantglanz in den unvollkommenen Metallglanz. Der vollkommene Metallglanz ist beständig. Die Grade des Glanzes bilden Reihen. Quarz kommt vom stärksten Glanze bis zum schimmernden vor; letzteres jedoch nur an zusammengesetzten Varietäten. Das gänzlich Glanzlose bei erdigen Mineralien ist an vollkommen erkennbaren Individuen, deren Grösse nicht zu unbedeutend ist, nicht zu finden.

7. Farbe. Die metallischen Farben in Individuen bilden keine Reihen. Stets ist das Gold goldgelb; der Bleiglanz bleigrau. Nur das Eisenschwarze bildet am Eisenglanz eine Reihe in das Dunkelkirschrothe, das Koschenillerothe am Rothgiltigerz und Zinnober zieht sich in das Eisenschwarze und Dunkelbleigraue. Unter den nicht metallischen Farben gibt es auch eine grosse Anzahl, die unveränderlich sind. Aus nicht naturhistorischen, nämlich aus chemischen Untersuchungen weiss man, dass diese direkt die Farben von Metalloxyden oder gewissen Verbindungen derselben mit anderen Körpern sind. Zunächst um das Weisse reihen sich aber die gewöhnlichen Farben in mancherlei Nuanzen oder Schattirungen an, die es erlauben, oft ziemlich ausgedehnte und merkwürdige Farbenreihen zusammenzustellen.

Auch im Striche, doch hier beschränkter, finden sich reihenweise Abstufungen, wie bei Roth- und Brauneisenstein und andern.

8. Durchsichtigkeit. Sie ist verschiedener Grade fähig und bildet an gleichartigen Mineralien Reihen.

9. Strahlenbrechung u. s. w. Es gibt keine Reihe, also auch keine Gleichartigkeit zwischen Individuen mit einfacher und mit doppelter Strahlenbrechung; zwischen Individuen mit einer positiven oder negativen Axe, zwischen einaxigen und zweiaxigen Individuen; auch dürfen wir erwarten, dass die Winkel der beiden Axen sich als Gleichartigkeit unterstützend oder aufhebend zeigen werden. Doch fehlt hier noch manche Untersuchung dieser höchst wichtigen Eigenschaften. Der Exponent des Brechungsverhältnisses der Individuen mit einfacher Strahlenbrechung und des ordinären Strahles der doppelten sind unveränderlich, auch das numerische Verhältniss zwischen dem ordinären und extraordinären. Der Pleochroismus, obwohl in ungefärbten Strahlen endigend, bildet stets einen schneidenden Gegensatz in seinen verschiedenen Farben.

10. Wärme. Mancherlei Eigenschaften erscheinen uns als feststehende, die Diathermie, die Leitungsfähigkeit, die Wärmekapacität.

11. Aggregation. Es gibt keine Reihe zwischen Flüssigem und Krystallisirtem oder Individualisirtem. Die Annahme von regelmässiger Gestalt ist mit flüssigem Zustande unvereinbar. Wohl ist aber Flüssiges mit Festem, in amorphem Zustande durch Reihen verbunden, nämlich durch das Zäheflüssige, so wie auch bei zusammengesetzten und gemengten Mineralien, unter dem Einflusse des Gewichts ihrer eigenen Masse und der Temperatur, mancherlei Mittelzustände eintreten.

Auch die übrigen Erscheinungen der Aggregation sind nicht reihenbildende.

12. Härte. Sie ist entweder bei den gleichartigen Individuen gänzlich gleich, oder fällt zwischen sehr enge Grenzen, die gewöhnlich 0·5 der Mohsischen Skale nicht überschreiten.

13. Eigenthümliches Gewicht. Die Resultate der Beobachtung an Individuen, die gleichartig sind, stimmen so genau überein, dass sie sich eben so wie die Winkel der Krystall-

formen, festen Punkten nähern. Kupffer hat mit Erfolg versucht aus dem Atomgewichte und einem Krystallvolumen das Gewicht zu berechnen. Man könnte eben so gut aus dem Krystallvolumen und dem spezifischen Gewichte das Atomengewicht suchen. In der That weichen die Beobachtungen in den spezifischen Gewichten desselben Körpers wenig ab und bringen jedenfalls eine nur wenig ausgedehnte Reihe hervor. Die absoluten Unterschiede sind natürlich grösser bei dem höheren spezifischen Gewichte.

14. Magnetismus. Der retraktorische ist beständig, der attraktorische wechseit.

15. Elektrizität. Sehr häufig; gewöhnlich um feste Punkte versammelt.

16. Geruch, Geschmack. Bei gleichartigen Individuen nicht verschieden.

Mehrere der Eigenschaften lassen sich durch Zahl, Maass und Gewicht ausdrücken, mehrere durch Festhalten von Empfindungen, mehrere beruhen auf Gegensätzen. Für das Versammeln gleichartiger Individuen müssen wir sie nichts destoweniger als von gleichem Werthe betrachten.

144. Spezies, Uebergänge, Varietät.

Ein Inbegriff gleichartiger Individuen wird eine Spezies oder Art genannt. Er ist vollständig, nach Aussen scharf begrenzt, im Innern geordnet und zusammenhängend. Die Verbindungen der einzelnen Individuen sind die Uebergänge, und die Individuen, insofern sie nicht identisch sind, werden Abänderungen oder Varietäten der Spezies genannt. Mohs, p. 332.

Jede Spezies muss ein Ganzes seyn, indem alle ihre Varietäten durch Uebergänge in den Kennzeichenreihen verbunden sind. Nichts fehlt auch in ihrem Umfange, denn es wurde vorausgesetzt, dass alle Individuen untersucht, und die gleichartigen versammelt worden sind. Die Untersuchung geschah nach naturhistorischen Grundsätzen, der Terminologie entsprechend; nichts Fremdartiges, nichts der Naturgeschichte nicht Angehöriges ist dabei berücksichtigt worden.

Durch die Uebergänge werden Varietäten innerhalb einer Spezies verbunden, die auf den ersten Blick oft einander wenig

ähnlich sehen. Vorzüglich wegen der im Vorhergehenden erwähnten Grössenunterschiede, §. 143. 5, verbinden sich Varietäten, von denen die Letzteren selbst nicht mehr alle Eigenschaften unmittelbar wahrnehmen lassen, welche die Individuen zeigen. Es ist kein Uebergang aus einer Spezies in die andere möglich, weil zwei Spezies, zwischen welchen ein wirklicher Uebergang stattfindet, nicht verschieden sind, sondern nur eine Spezies ausmachen würden. MOHS, p. 335.

Varietäten innerhalb der Spezies sind die um gewisse feste Punkte sich sammelnden beinahe oder völlig identischen Individuen. Es ist oft wichtig, solche besonders zu bezeichnen, die ihrer Eigenthümlichkeiten wegen etwa zu besonderen Zwecken verwendbar sind, wie die durchsichtigen Varietäten gewisser Spezies aus der Ordnung der Gemmen zu Schmucksteinen oder die mancherlei Arten zusammengesetzter Kalksteine, die als Marmor so vielfältig verwendet werden. Eigentliche Eintheilungen innerhalb der Spezies sind jedoch keineswegs vortheilhaft, da sie doch nicht mit strenger Konsequenz durchgeführt werden können, eben weil alles aufs Genaueste durch Uebergänge verbunden ist.

Der Name Spezies bedeutet nach dem obigen Begriffe dasjenige in der Mineralogie, was der Spezies in der Zoologie und Botanik entspricht. Was zu einer Spezies gehört ist gleichartig, gehört zu einer Art. MOHS hat daher im Deutschen das Wort Art für Spezies gebraucht. WERNER, ebenso wie BLUMENBACH und nach ihnen viele Mineralogen, insbesondere WEISS geben der Spezies den Namen Gattung, und dieses Wort ist gegenwärtig ebenfalls sehr häufig in Anwendung. HAUSMANN suchte die beiden Worte Gattung und Art durch das Wort Substanz oder Mineralsubstanz zu vermeiden, aber manche Formationen sind erst die Spezies. BREITHAUPT sagt Spezie. Wir bedienen uns vorzugsweise des Wortes Mineralspezies, oder Spezies mit MOHS.

WERNER forderte in seiner Definition der Gattung, dass „die „äusseren Kennzeichen der Fossilien, welche sie begriffen, keine „wesentlichen Verschiedenheiten, sondern die höchste Uebereinstimmung, also den höchsten Grad der oryktognostischen Verwandtschaft zeigen.“

HAÜY nennt Spezies den „Inbegriff von Körpern, deren in„tegrirende Moleküle gleiche Form besitzen und die aus gleichen „Bestandtheilen in gleichen Verhältnissen zusammengesetzt sind.“ *Traité*, 2de Ed. I. p. 26.

HAUSMANN definirt die anorganologische Spezies als den „Inbe„griff derjenigen Mineralkörper, welche bei einer gleichen oder „gleichmässigen chemischen Konstitution, ein gleiches Krystalli„sationensystem besitzen, oder bei dem Mangel der Krystallisa„tion, in anderen mit der Mischung in genauem Verhältniss ste„henden, äusseren Eigenschaften übereinstimmen.“ Mineralogie, p. 656.

Nach BERZELIUS ist eine Mineralspezies der „Inbegriff der „Mineralkörper, welche aus derselben chemischen Verbindung „nach der Qualität und Quantität der Stoffe bestehen, und da„her durch dieselbe chemisch-mineralogische Formel bezeichnet „werden können.“

BREITHAUPT betrachtet als Spezies „alle diejenigen Mineral„abänderungen, welche absolut oder relativ identisch sind.“ Handbuch, I. p. 404.

BEUDANT nimmt, wie oben §. 140 bemerkt wurde, als Spezies an: „den Inbegriff der aus denselben Bestandtheilen in glei„chem Verhältniss gebildeten Körper.“

Andere Mineralogen schliessen sich der einen oder der andern Definition an. Diese sind entweder naturhistorisch, oder chemisch; einige davon mehr, andere weniger fest bestimmt, und wieder auf andere Definitionen sich berufend, die selbst noch nicht vollständig erörtert sind.

145. CHEMISCH-MINERALOGISCHE SPEZIES.

Der chemische Theil der Definitionen verlangt die Kenntniss der Elemente, nämlich der sechzig einfachen bisher noch nicht durch chemische Mittel zerlegten Körper. Gleiche Mischungsverhältnisse derselben, aus den Arbeiten der bewährtesten Chemiker berechnet, in den mannigfaltigen Verbindungen, welche sie mit einander hervorbringen, besitzen verschiedenes absolutes Gewicht. Man nennt sie Atome, das Gewicht derselben Atomengewicht.

Folgendes ist die neueste Tabelle derselben nach Wöhler *), doch zur Bequemlichkeit bei den Vergleichungen zum Behufe der Beurtheilung der Zusammensetzung in alphabetischer Ordnung, und mit Angabe sowohl der einfachen als auch der Doppelatome:

Die Atomengewichte der einfachen Stoffe.

1. Aluminium	Al	171·17	19. Jod	J	789·75
	~~Al~~	342·33		~~J~~	1579·50
2. Antimon	Sb	806·45	20. Iridium	Ir	1233·50
	~~Sb~~	1612·90	21. Kalium	K	488·94
3. Arsenik	As	470·04	22. Kiesel	Si	277·31
	~~As~~	940·08	23. Kobalt	Co	368·99
4. Barium	Ba	856·88	24. Kohlenstoff	C	75·12
5. Beryllium	Be	87·12	25. Kupfer	Cu	395·70
6. Blei	Pb	1294·50	26. Lanthan	La	?
7. Bor	B	136·20	27. Lithium	Li	80·33
8. Brom	Br	499·81	28. Magnesium	Mg	158·35
	~~Br~~	999·63	29. Mangan	Mn	345·89
9. Cadmium	Cd	696·77	30. Molybdän	Mo	598·52
10. Calcium	Ca	251·90	31. Natrium	Na	290·90
11. Cerium	Ce bisher	574·70	32. Nickel	Ni	369·68
12. Chlor	Cl	221·60	33. Niobium	Nb	?
	~~Cl~~	443·20	34. Osmium	Os	1244·49
13. Chrom	Cr	351·82	35. Palladium	Pd	665·90
	~~Cr~~	703·64	36. Pelopium	Pp	?
14. Didymium	D	?	37. Phosphor	P	196·14
15. Eisen	Fe	349·81		~~P~~	392·29
	~~Fe~~	699·62	38. Platin	Pt	1233·50
16. Erbium	E	?	39. Quecksilber	Hg	1265·82
17. Fluor	F	116·90	40. Rhodium	Rh	651·39
	~~F~~	233·80	41. Sauerstoff	O	100·00
18. Gold	Au	1243·01	42. Schwefel	S	201·17
	~~Au~~	2486·02	43. Selen	Se	494·58
			44. Silber	Ag	1349·01

*) Grundriss der unorganischen Chemie. 1844, p. 4.

45. Stickstoff	N	87·62	54. Wasserstoff	H	6·2398
	N̶	175·25		H̶	12·4795
46. Strontium	Sr	537·28	55. Wismuth	Bi	886·92
47. Tantal	Ta	1153·72	56. Wolfram	W	1183·00
48. Tellur	Te	801·76	57. Yttrium	Y bisher	402·51
49. Terbium	T	?	58. Zink	Zn	406·59
50. Thorium	Th	744·90	59. Zinn	Sn	735·29
51. Titan	Ti	303·66	60. Zirkonium	Zr	420·20
52. Uran	U	742·84		Z̶r	840·40
53. Vanadin	V	856·89			

Die Körper verbinden sich nur nach gewissen durch die Erfahrung vielfältig bewiesenen einfachen Verhältnissen, den Gesetzen der Stöchiometrie; gleiche Atome mit gleichen, oder in den Verhältnissen von 1:2, 1:3, 2:3 und wenigen andern. Das Oxygen stellt den Massstab der Atomgewichte vor, die Verbindungen mit demselben, Oxyde und Säuren werden so wie jeder Körper durch den in der Tabelle beigesetzten Buchstaben, durch Punkte über diesen bezeichnet. Zusammengesetzte Atome verbinden sich wieder nach bestimmten Proportionen mit einander. Der Baryt, aus Baryterde und Schwefelsäure bestehend, hat zur Formel $\dot{Ba}\dddot{S}$. Die Baryterde besteht aus je einem Atom Barium und Oxygen, die Schwefelsäure aus drei Atomen Oxygen und einem Atom Schwefel. Zur Berechnung der Mischung schreibt man

$$Ba + O = 856{\cdot}88 + 100{\cdot}00 = 956{\cdot}88$$
$$S + 3O = 201{\cdot}16 + 300{\cdot}00 = 501{\cdot}17$$
$$\text{Sa } 1458{\cdot}05.$$

Diese Summe auf die Benennung 100·00 gebracht zertheilt sich in Baryterde 65·63, Schwefelsäure 34·37.

Statt der chemischen Formel $\dot{Ba}\dddot{S}$ wird für den Gebrauch der chemisch-mineralogischen Systeme eine sogenannte mineralogische Formel, die Formel BaS^3 bloss um das Verhältniss des Sauerstoffs auszudrücken angewendet. Die ersteren verdienen zum allgemeinen Gebrauche vorgezogen zu werden, da sie mehr Kenntniss mittheilen, wo man ihrer wirklich bedarf, doch sind auch die mineralogischen zur Anschaulichmachung gewisser Uebersichten nützlich.

Es gibt Körper, deren Verbindungen ähnlichen Formeln entsprechen, und zwar in vielen gewissermassen parallelen Reihen. Mitscherlich nannte sie isomorphe Körper von dem Umstande, dass das Aeussere der hervorgebrachten Verbindungen ebenfalls eine grosse Aehnlichkeit zeigt, in Allem, was auf die Krystallform Bezug hat. Die Karbonate oder kohlensauren Verbindungen von Kalk, Magnesia, Mangan, Eisen, Zink, die Sulfate oder schwefelsauren Verbindungen von Baryt, Strontian und Blei, andererseits wieder die Karbonate von Blei, Baryt, Strontian, Kalk, zeigen unter sich ähnliche Formen. Kohlensaurer Kalk ist dimorph oder isomerisch, denn im Kalkspath und Aragon haben die genauesten Arbeiten der Chemiker die gänzlich gleiche chemische Konstitution nachgewiesen, und doch weichen sie in der Form und in allen den wichtigsten Eigenschaften von einander ab. Bei den einfachen Körpern nennt Berzelius einen ähnlichen Zustand allotropisch, wie bei dem bekannten Beispiele von Diamant, Kohle und Graphit. Nur durch Vergleichung der chemischen Eigenschaften und Zusammensetzung mit den eigentlich naturhistorischen ist es möglich, über diese Verhältnisse gründlich zu urtheilen. Ueberaus wichtig ist Heinrich Rose's Entdeckung eines wahren Trimorphismus an der Titansäure, von der Temperatur abhängig, am Anatas, Brookit und Rutil.

Man hat zuerst die in die Augen fallendsten Beispiele des Isomorphismus und Dimorphismus aufgefunden, aber doch soll immer Neues entdeckt werden. Daher fand man denn auch später dergleichen Verhältnisse auf, wo sie gar nicht bestehen. Man erlässt mir wohl Beispiele anzuführen, wird es aber gewiss nicht zu strenge finden, wenn verlangt wird, dass dergleichen Angaben nicht nur durch chemische, sondern auch durch die genaueste Untersuchung und Kenntniss der krystallographischen Verhältnisse begründet seyen, nicht aber auf blossen Voraussetzungen beruhen.

Isomorphe Körper tauschen sich in den natürlich vorkommenden Mineralien in kleinen Quantitäten aus, oder vicariiren nach Fuchs. Die chemische Formel wird dann modifizirt, und anstatt derselben ein allgemeineres Zeichen, nämlich R für das

Radikal gewählt. Diess gewährt theoretische Uebersicht, aber eine solche, die das eigentliche Wesen des eben in der Untersuchung befindlichen Körpers unbestimmt lässt. Es ist die Umgehung einer Schwierigkeit in der Bestimmung der Spezies, um derentwillen man die naturhistorische Untersuchung für ungenügend hielt.

Gold wird nie in Silber übergehen, eine Spezies in die andere, wenn auch manches natürlich vorkommende Gold von geringerem eigenthümlichen Gewichte als das geschmolzene, silberhältig befunden wird, und einzelne seltene Stufen, als Elektrum, näher an Silber als an Gold beschrieben worden sind.

Die Definitionen der chemischen Spezies sind vollkommen ausreichend innerhalb dieser Wissenschaft selbst, jede Formel eine Spezies, aber die allotropischen, die isomeren Zustände, die Isomorphie machen es nothwendig, den Gegenstand von zwei Seiten zu betrachten, um sodann Vergleichungen anstellen zu können. So wenig also chemische Kenntniss auffordern kann, die unabhängigen naturhistorischen Bestimmungen zu modifiziren, oder gar für geringfügig zu halten, so muss sie vielmehr uns bestimmen, diese Seite mit Nachdruck zu pflegen, um Vergleichungspunkte mit den Resultaten jener Wissenschaft zu gewinnen, die täglich wichtiger und interessanter werden.

FRANKENHEIM bemerkt, gestützt auf die mittelbare Dimorphie, wenn ein Körper A dem B, dieser einem Dritten C, C wieder einem Körper D isomorph ist, dass die Möglichkeit in gleichen Formen zu krystallisiren, unter gewissen Umständen sich sehr weit ausdehnen könnte: „Man würde vielleicht nicht „übertreiben, wenn man behauptete, es könne ein Körper von „jeder quantitativen Zusammensetzung in einer jeden Ordnung „(von Formen) krystallisiren *).“ Wenn allgemeine Uebersichten einen so entfernten Standpunkt einnehmen, und ein scheinbares Uebermass von Kenntniss gleiches Resultat mit gänzlicher Kenntnisslosigkeit bietet, so muss man es immer als mehr wünschenswerth ansehen, aus einem, wenn auch beschränkterem

*) System der Krystalle, p. 165.

Gesichtspunkte, aber mit grösster Genauigkeit dasjenige zu untersuchen, was jenen theoretischen Betrachtungen zur Grundlage dienen soll.

Fassen wir nach diesem wissenschaftlichen den praktischen Gesichtspunkt ins Auge, so ist man ohne vorhergegangene naturhistorische Bestimmung nicht der Reinheit des analysirten Minerals versichert. Gemenge erhalten Formeln wie einfache Mineralien, ältere Analysen müssen nach den neuern Kenntnissen neu beurtheilt werden, ja sogar unzuverlässige Analysen werden in Formeln gerechnet, und wenn sie auch von den ersten Chemikern bezweifelt werden, so bleiben sie nichts destoweniger eine Bürde der Wissenschaft.

Jahre lang werden so manche Bestimmungen von einem mineralogischen Werke in das andere übertragen, bis einmal der Zufall einem Mineralogen oder einem Chemiker, der auf die naturhistorischen Verhältnisse Rücksicht nimmt, eine solche schlecht bestimmte Varietät in die Hände bringt, und es dann möglich macht, ihrer wieder aus den Systemen oder den Anhängen zu denselben los zu werden.

146. AMORPHE KÖRPER.

Wenn auch in Bezug auf Mannigfaltigkeit der Eigenschaften am meisten beschränkt, bieten die amorphen Körper eben durch ihren Mangel an Individualität bedeutende Schwierigkeiten. Sie können von dem Individuo ausgehend gar nicht in Spezies versammelt werden, weil sie kein Individuum zeigen. Bei denen mit nachahmenden Gestalten setzte MOHS wenigstens verschwindende Individualität voraus. Doch ist der geringen Anzahl wegen in der Praxis die Schwierigkeit weniger störend, da man diese Mineralien so behandeln kann, als ob ihre Formen noch nicht entdeckt wären. Sie werden nur nach Analogie als Spezies betrachtet. WEISS nennt sie Nebengattungen. Nicht ausgebildete Mineralien, Thone und dergleichen, oder die letzten Ueberbleibsel von Verwitterung sind gewöhnlich eben so unbestimmbar oder in der Bestimmung unsicher, in chemischer, wie in naturhistorischer Beziehung. Ihre chemische Kenntniss darf aber stets als werthvoller betrachtet werden, als ihre na-

turhistorische, wenn auch diese, so weit sie möglich ist, jener vorangehen muss. Amorphe Körper zeigen eben so wenig Gleichförmigkeit in ihrer chemischen Zusammensetzung, als sie Evidenz in ihrem naturhistorischen Erscheinen zeigen, da die regelmässige Form, die Krystallisation fehlt.

147. Klassifikation. System.

Die Spezies wurde oben, nach den naturhistorischen Grundsätzen von Mohs genügend entwickelt, und ohne die in der Natur der Sache liegenden Schwierigkeiten zu umgehen, wurde auch des Wesens der chemischen Speziesbestimmung gedacht. Ihre Evidenz geht gleichen Schritt mit der naturhistorischen, wo diese schwierig wird, hilft auch jene nicht zur Klarheit. Die naturhistorische Spezies bleibt also allein als der rein wissenschaftliche Gegenstand der Klassifikation in der Mineralogie übrig.

Der Begriff der Gleichartigkeit auf das Mannigfaltige der Natur im Mineralreiche angewandt, gibt die mineralogische Spezies. Mit der Bestimmung der Spezies hat er aber auch das Ende der Möglichkeit seiner Anwendung erreicht. Die Spezies sind einander in verschiedenem Grade ähnlich. Der Begriff der Aehnlichkeit, als dasjenige, was der vollkommenen Uebereinstimmung zunächst steht, tritt nun in seiner Folge auf. Die naturhistorische Aehnlichkeit in dem Sinne von Mohs wird nicht durch die Uebereinstimmung gewisser Merkmale ausgedrückt, obwohl sie auf solcher Uebereinstimmung beruht. Sie ist dasjenige, was die Botaniker auch den Habitus nennen. Auf die naturhistorische Aehnlichkeit gründete Mohs die Zusammenstellungen in seinem Systeme.

Das Mannigfaltige der Natur im Mineralreiche nun in Spezies vereinigt, wird in den Mineral-Systemen in allgemeinern Beziehungen betrachtet. Man kann nämlich zuvörderst ein einzeines Merkmal bestimmen, und nach demselben die zu klassifizirenden Spezies eintheilen. Das Merkmal muss nothwendig an allen wahrzunehmen seyn. Ist die erste Eintheilung vollendet, so gibt das erste Merkmal näher bestimmt eine zweite, oder man kann dazu auch ein zweites Merkmal anwenden. So unter-

theilt man fort, bis bei der immer geringer werdenden Anzahl der Spezies nun endlich der Ueberblick der wenigen hinlänglich klar ist. Man erhält durch diese Eintheilungen ein System, und zwar ein analytisches, oder wie es auch oft genannt wird, ein künstliches.

Dem analytischen Verfahren ist das synthetische entgegengesetzt, dessen sich MOHS bei der Aufstellung seines Systemes bediente. MOHS stellte diejenigen Mineralspezies zunächst, welche einander dem Ansehen nach am ähnlichsten sind. Er bildete daraus Geschlechter, *genera*, eine Klassifikationsstufe, die dem Genus in der Botanik und Zoologie entspricht. Die zunächst einander ähnlichen Genera wurden in Ordnungen versammelt, welche den Familien der natürlichen Systeme in jenen Reichen entsprechen. Endlich versammelten sich die Ordnungen in Klassen, diese bildeten das Mineralsystem selbst, nach dem Ausspruche LINNÉ's: *Generum genus est ordo, ordinum autem genus classis est.* Phil. bot. §. 204. Das Mohsische System ist ein synthetisches, ein System von derjeniger Art, welche auch häufig natürliche genannt werden. Der Wortlaut natürlich hat zu vielfältigen Erörterungen Anlass gegeben, indem dem Natürlichen ja auch das Unnatürliche entgegengesetzt ist, und jeder Naturforscher bei redlichem Streben sich bewusst war, nichts Unnatürliches in seinem von jenem abweichenden Systeme hervorgebracht zu haben.

Das Mineralsystem mit seinen Klassen, Ordnungen und Geschlechtern umfasst eine Reihe von Arten oder Spezies, die nach ihrer grössern oder geringern Aehnlichkeit auf einander folgen. Die Reihenfolge ist für das System Bedingniss, denn die leichte Uebersicht ist der Zweck desselben, und dieser wird nicht durch ein Flächennetz, oder ein körperliches Netz, sondern nur durch einen einfachen Faden, *filum ariadneum*, sagt LINNÉ, erreicht, der durch das Labyrinth der Erscheinungen hindurchführt.

Die Reihe der Genera und Spezies in dem Mohsischen Systeme wird stets ein glänzendes Denkmal seines Scharfblicks in Auffindung naturhistorischer Aehnlichkeit, und seiner Kenntniss der Produkte des Mineralreiches bleiben, wenn auch die spätere Zeit Manches damals wenig Bekannte uns in Verhältnissen er-

scheinen lässt, welche hier und dort Modifikationen in derselben begründen. Niemand wird den Eindruck je zu vergessen im Stande seyn, den reiche Sammlungen nach dem Mohsischen Systeme aufgestellt, auf den Beschauer hervorbringen, wie die Sammlung des Johanneums in Gratz erst von Mohs, dann von Anker, nun von Haltmeyer geordnet, die des vaterländischen Museums in Prag von Zippe gebildet, oder besonders die schöne Sammlung des k. k. Hofmineralienkabinettes, erst von Mohs nach seinem Systeme geordnet, und nun neuerdings durch Partsch in verbesserter Gestalt aufgestellt. So viele andere Sammlungen erscheinen wie zusammengewürfelt, wenn man naturhistorische Aehnlichkeit sucht, man ist gezwungen, der Spezies ausschliesslich seine Aufmerksamkeit zu weihen, während hier die verschiedenen Beziehungen der Aehnlichkeit wohlthätig dem Schönheitssinne zusagen.

Die naturhistorische Aehnlichkeit ist sehr verschiedener Grade fähig. Der erste, höchste Grad der Aehnlichkeit bringt das Geschlecht hervor. Die verschiedenen Spezies eines Geschlechtes stehen einander gewissermassen parallel. Sie sind einander oft so ungemein ähnlich, dass man sie lange wirklich für identisch gehalten hat, wie etwa die zwei Eisenkiese, Pyrit und Markasit, nämlich den hexaedrischen und prismatischen, oder die verschiedenen Spezies des Genus Kuphonspath, oder die Feldspathe, Adular, Albit, Labrador und so weiter. Ein sehr merkwürdiges Beispiel ist das Genus Augitspath. Die Varietäten der einzelnen Spezies sind einander oft wenig ähnlich, wie Tremolith, Strahlstein, Hornblende zur Spezies des Amphibols gehörig, oder Diopsid, Sahlit, Augit in der Spezies des Augits, oder auch Zoisit, Epidot in der Spezies des Epidots. Wollastonit, Babingtonit, Bucklandit sind mit einer oder der anderen Varietät ähnlich, da sie nur in wenigen Varietäten vorkommen, während jene drei Spezies sehr reich sind. Selbst die Farbenreihen der Spezies sind einander fasst gänzlich gleichlaufend.

Gewisse, zunächst aneinanderstehende Geschlechter besitzen noch immer eine Familienähnlichkeit in den Ordnungen ausgedrückt. Man braucht nur die Namen einiger zu nennen, um die Kollektiv-Vorstellung von Baryten, Spathen, Gemmen, Erzen, Kiesen, Glanzen hervorzubringen. Unbezweifelt ist die

Aehnlichkeit des Diamants mit den ihm im Mohsischen Systeme zunächst stehenden Korunden, Topasen, Smaragden, denen er in einem naturhistorischen Systeme nicht entfremdet werden soll, wenn man ihn auch ohne Schwierigkeit verbrennt.

Nur ganz allgemein kann ein dritter Aehnlichkeitsgrad seyn, der in der allgemeinen Reihe des Systemes die Abschnitte hervorbringt, welche wir Klassen nennen. Die eine derselben enthält den bei weitem grössten Theil des Mineralreiches.

148. Anhänge.

Wie jede Erfahrungswissenschaft schreitet die Mineralogie schrittweise und allmählig vorwärts. Es ist daher nicht zu wundern, ja es ist nicht anders möglich, als dass die Kenntniss einer jeden Spezies, wie sie der eigentliche Gegenstand der Klassifikation ist, auch nur allmählig entwickelt wird. Die wichtigsten Eigenschaften können oft von den ersten Entdeckern und Beschreibern nicht beobachtet werden, oder die Körper kommen dem Mineralogen von anderen Seiten her zur Kenntniss, wo man die eigentlichen mineralogischen, naturhistorischen Eigenschaften, als von untergeordnetem Interesse, nicht beachtete. Von dem am besten und sichersten Bekannten zieht sich eine Reihe von Abstufungen bis zu dem, wovon man fast nichts weiss, aber doch das Bestehen anzunehmen durch die ersten Authoritäten verpflichtet ist.

Man hat unvollkommen Bekanntes in einen allgemeinen Anhang verwiesen. Geht man hierbei einigermassen kritisch zu Werke, so fehlt es bei der Kenntniss eines so grossen Theiles der bereits bekannt gewordenen Spezies, von so manchen ist selbst ihre spezifische Selbstständigkeit nicht ganz ausser Zweifel gestellt, dass der allgemeine Anhang beinahe als ein zweiter Inhalt eines abgesonderten Mineralsystemes erscheint. Dennoch zeigen die darin enthaltenen Mineralien so viel unbezweifelte Uebereinstimmung und Aehnlichkeit mit einer oder der anderen Abtheilung des Systemes selbst, dass man sie den Ordnungen, oftmals gar den Geschlechtern unbedingt anreihen darf. Es ist vortheilhafter, auf diese Art die ganze Summe des Wissens zur Erreichung klarer Uebersicht, denn diess ist ja der

Zweck der Systeme überhaupt, an den wahrscheinlichsten Orten zu vertheilen, unbekümmert um den morgenden Tag, der den heutigen lehren wird, und von dem wir mit besserer Kenntniss Berichtigung unserer Ansichten erwarten. Der grösste Theil der beiden ersten Anhänge von Mohs ist auf diese Weise im Systeme eingeordnet worden.

Leider sind so manche Beschreibungen, vorzüglich in mineralogischer Beziehung, höchst mangelhaft. Dergleichen sind dann oft mehr eine Bürde, als eine Erweiterung der Wissenschaft. Die von verschiedenen Authoren herrührenden, widersprechenden Angaben zeigen, dass das Studium der Mineralogie auch jetzt noch keineswegs allgemein ist.

Bei der Aufstellung der Spezies, welche in den Systemen angeordnet werden sollen, kommen dem Mineralogen oft Körper vor, an welchen die wichtigsten naturhistorischen Eigenschaften gar nicht wahrgenommen werden können. Sie sind daher auch unbestimmbar, in dem Sinne, dass man sie nicht in Spezies versammeln kann, welche gleichen Anspruch wie die bestimmbaren auf eine Stelle im Systeme hätten. Gewöhnlich sind es Betrachtungen, die ausserhalb des Bereiches der eigentlichen Naturgeschichte liegen, welche uns den dabei zu befolgenden Weg erleuchten, doch darf diess nicht dieser Wissenschaft oder den Systemen zum Vorwurfe gemacht werden, denn die Systeme sollen Klarheit in der Uebersicht gewähren, die dem Schüler nöthiger ist, als dem Meister. Jener erwartet sie von diesem, jener gebraucht sie, dieser stellt sie auf, und muss daher alle Hülfsmittel benützen, die ihm zu Gebote stehen, um dem geforderten Zwecke zu entsprechen. Die Natur selbst, die wir zu erforschen streben, ist dabei die grosse, unabänderliche Lehrmeisterin. Was unbestimmbar ist, fein zusammengeriebene, oft gemengte, abgeschlämmte Sedimente, entweder frisch, oder nachdem sich schon mancherlei bestimmbare und in dem Systeme enthaltene Spezies sichtlich daraus gebildet haben, als Rückstände, wie die Thone, mancherlei Schieferarten, Steinmark, Bol, Walkererde, die man als Formen des Erscheinens von Mineralkörpern in der Natur, andererseits auch oft ihrer technischen Wichtigkeit wegen kennen soll, diese werden mit dem wenigen,

was sich naturhistorisch darüber mittheilen lässt, für sich ganz abgesondert von dem Systeme in einem Anhange aufgeführt. In einem solchen findet auch die Aufzählung der sichtlich gemengten Mineralvorkommen einen schicklichen Platz.

149. Verschiedene Mineralsysteme.

Die Ansichten, welche in Bezug auf systematische Anordnung der Mineralkörper herrschen, sind sehr verschieden. War schon die Bestimmung der Spezies naturhistorisch oder chemisch, oder gemischt, so erlaubten die Zusammenstellungen noch einen viel freieren Spielraum für die Anwendung von mancherlei verschiedenen Betrachtungen. Die Spezies ist der Punkt der Vereinigung, auf welchen alle die Verschiedenheiten bezogen werden müssen.

Wenn wir in die ältesten Zeiten zurückforschen, wo man im Grunde weder das Aeussere noch das Innere kannte, so finden wir nebst einigen Notizen, die sich auf die am meisten ins Auge fallenden Lichtverhältnisse beziehen, über Farben, Glanz, Durchsichtigkeit und die Zustände der Aggregation doch schon mancherlei Hypothesen über Bildungsarten der Mineralien nach den damaligen Ansichten, so gut als uns jetzt ähnliche Aufgaben beschäftigen. Die Namen Aristoteles, Theophrast, Dioskorides, Plinius bezeichnen den Anfang der Mineralogie bei den Griechen und Römern.

Der Araber Avicenna theilte im 11. Jahrhundert die Gesammtmasse der Mineralprodukte ein, in 1. Steine, 2. Metalle, 3. Schwefel, 4. Salze. Diese Eintheilung oder Zusammenstellung ist merkwürdig, weil sie bis in die neueste Zeit in vielen Systemen getroffen wird. Im Mohsischen Systeme sind nur die Steine und Metalle in der zweiten Klasse vereinigt. Als Repräsentant der Schwefel, die ebenfalls in die zweite Klasse fallen, enthält die dritte Klasse brennbare Körper überhaupt.

Die neueste Zeit, die Zeit der wahren wissenschaftlichen Forschung, hat auch in der Beurtheilung der Resultate in den systematischen Ansichten viel Unabhängiges und von einander Abweichendes geliefert. Die Uebersichten einiger der wichtigsten Systeme aneinander gereiht bieten in der Vergleichung die wich-

tigsten Standpunkte der Autoren derselben dar. Mit den Namen, mit den anstatt der Namen gegebenen Definitionen erscheinen auch die meisten der subjektiven Anordnungsgründe.

1. Werner.

Abraham Gottlob Werner's *letztes Mineralsystem. Freiberg und Wien.* 1817.

1. Klasse. Erdige Fossilien. Geschlechter: 1. Diamant, 2. Zirkon, 3. Kiesel, 4. Thon, 5. Talk, 6. Kalk, 7. Baryt, 8. Strontian, 9. Hallith.

2. Klasse. Salzige Fossilien. Geschlechter: 1. Kohlensäure, 2. Salpetersäure, 3. Kochsalzsäure, 4. Schwefelsäure.

3. Klasse. Brennliche Fossilien. Geschlechter: 1. Schwefel, 2. Erdharz, 3. Graphit, 4. Resin.

4. Klasse. Metallische Fossilien. Geschlechter: 1. Platin, 2. Gold, 3. Quecksilber, 4. Silber, 5. Kupfer, 6. Eisen, 7. Blei, 8. Zinn, 9. Wismuth, 10. Zink, 11. Spiesglanz, 12. Sylvan, 13. Mangan, 14. Nickel, 15. Kobold, 16. Arsenik, 17. Molybdän, 18. Scheel, 19. Menak, 20. Uran, 21. Chrom, 22. Cerin.

2. Haüy.

Haüy, *Traité de Minéralogie. 2de Edit.* 1822.

I. Classe. Acides libres.

II. Classe. Substances métalliques hétéropsides. Genres: 1. Chaux, 2. Baryte, 3. Strontiane, 4. Magnésie, 5. Alumine, 6. Potasse, 7. Soude, 8. Ammoniaque.

Appendice à la 2de Classe. Silice.

III. Classe. Substances métalliques autopsides. Ordres: 1. Non-oxidables immédiatement, si ce n'est à un feu très-violent, et réductibles immédiatement; 2. oxydables et réductibles immédiatement; 3. oxidables mais non réductibles immédiatement.

IV. Classe. Substances combustibles non-métalliques.

Appendice. Substances phytogènes. Appendices.

3. Hausmann.

Handbuch der Mineralogie. 1813.

I. Klasse. Kombustibilien.

1. Ordnung. Inflammabilien. Unterordnungen: 1. einfache, 2. zusammengesetzte.

2. Ordnung. Metalle.

3. Ordnung. Erze. (Verbindungen von Metallen mit Schwefel.)

II. Klasse. Inkombustibilien.

1. Ordnung. Oxyde. Unterordnungen: 1. Metalloxyde, 2. Erden. (Reihen: 1. einfache, 2. zusammengesetzte.)

2. Ordnung. Oxydoide.

3. Ordnung. Säuren.

4. Ordnung. Salze. Unterordnungen: 1. erdige (Reihen: 1. Thonsalze, 2. Talksalze), 2. kalinische (Reihen: 1. Natronsalze, 2. Kalisalze, 3. Ammoniaksalze, 4. Kalksalze, 5. Strontiansalze, 6. Barytsalze), 3. metallische (Reihen: 1. Silbersalze, 2. Quecksilbersalze, 3. Kupfersalze, 4. Eisensalze, 5. Mangansalze, 6. Bleisalze, 7. Zinksalze, 8. Kobaltsalze, 9. Nickelsalze.)

4. Berzelius.

Nach den elektropositiven Körpern geordnet.

Schweigger's *Journal. XV. S.* 427. 1815.

I. Klasse. Mineralien, nach dem Prinzip für die Zusammensetzung in der unorganischen Natur gebildet, d. h. die zusammengesetzten Körper der ersten Ordnung enthalten blos zwei Elemente.

A. Sauerstoff.

B. Brennbare Körper.

1. Ordnung. Metalloide. Familien. 1. Schwefel, 2. Chlor, 3. Stickstoff, 4. Brom, 5. Kohlenstoff, 6. Wasserstoff.

2. Ordnung. Elektronegative Metalle, deren Oxyde in Vereinigung mit andern oxydirten Körpern eine grössere Neigung haben, die Rollen von Säuren, als die der Basen zu spielen. Familie: 1. Arsenik, 2. Chrom, 3. Molybdän, 4. Antimon, 5. Titan, 6. Kiesel.

3. Ordnung. Elektropositive Metalle, deren Oxyde mehr geneigt sind, die Rolle der Basen als der Säuren zu spielen. Erste Unterabtheilung: leicht reduzirbare Metalle. Familien: 1. Iridium, 2. Platin, 3. Gold, 4. Quecksilber, 5. Palladium, 6. Silber, 7. Wismuth, 8. Zinn, 9. Blei, 10. Kupfer, 11. Nickel, 12. Kobalt, 13. Uran, 14. Zink, 15. Eisen, 16. Mangan, 17. Cerium. Zweite Unterabtheilung: schwer reduzirbare Metalle, deren Oxyde die Erden und Alkalien bilden. Familien: 1. Zirkonium, 2. Aluminium, 3. Yttrium, 4. Beryllium, 5. Magnesium, 6. Calcium, 7. Strontium, 8. Baryum, 9. Natrium, 10. Kalium.

II. Klasse. Körper, gebildet nach Prinzipien für die Zusammensetzung in der organischen Natur, d. h. in welchen zusammengesetzte Körper der ersten Ordnung mehr als zwei Elemente enthalten.

Ordnungen: 1. Verwesete organische Stoffe, 2. Harzartige, 3. Flüssige, 4. Pechartige, 5. Gekohlte, 6. Salze.

5. BERZELIUS.

Nach den elektronegativen Körpern geordnet.

POGGENDORFF's *Annalen. XII. S.* 1. 1824.

I. Abtheilung. Nicht oxydirte Körper. Klassen: 1. Gediegene, 2. Sulphurete, 3. Arseniete, 4. Stibiete, 5. Tellurete, 6. Osmiete, 7. Auriete, 8. Hydrargyrete.

II. Abtheilung. Oxydirte Körper. Klassen: 1. Oxyde und ihre Hydrate (Säuren, Basen und Superoxyde), 2. Sulphate, 3. Nitrate, 4. Muriate und Murio-Karbonate, 5. Phosphate, 6. Fluate und Fluo-Silikate, 7. Borate und Boro-Silikate, 8. Karbonate und Hydro-Karbonate, 9. Arseniate, 10. Molybdate, 11. Chromate, 12. Wolframiate, 13. Tantalate, 14. Titaniate, 15. Silikate und Silicio-Titaniate, 16. Aluminate.

6. v. LEONHARD.

Handbuch der Oryktognosie. 1826.

1. Gruppe. Gewässerte Mineralsäuren und ihre Verbindungen.
2. — „ Metallsäuren „ „ „
3. — „ Metalloxyde „ „ „

4. Gruppe. Trockene sauerstoffhaltige Mineralsäuren und ihre Verbindungen.
5. — Trockene sauerstoffhaltige Metallsäuren und ihre Verbindungen.
6. — Trockene sauerstoffhaltige Metalloxyde und ihre Verb.
7. — Fluorverbindungen.
8. — Chlorverbindungen.
9. — Selenverbindungen.
10. — Schwefel und seine Verbindungen.
11. — Kohlenstoff und seine Verbindungen.
12. — Metalle und ihre Verbindungen.
1. Anhang. Unbestimmtes und Unbestimmbares.
2. — Organische Verbindungen.

7. Naumann.

Lehrbuch der Mineralogie. 1828.

I. Klasse. Hydrolyte. Ordnungen: 1. Hydrogenoxyd, 2. wasserhaltige H., 3. wasserfreie H.

II. Klasse. Haloide.

1. Gruppe. Nicht metallische Haloide. Ordnungen: 1. wasserhaltige n. m. H., 2. wasserfreie n. m. H.

2. Gruppe. Metallische Haloide. Ordnungen: 1. wasserfreie m. H., 2. wasserhaltige m. H.

III. Klasse. Silicide.

1. Gruppe. Nicht metallische Silicide. Ordnungen: 1. wasserhaltige n. m. S., 2. wasserfreie n. m. S.

2. Gruppe. Amphotere Silicide. Ordnungen: 1. wasserfreie a. S., 2. wasserhaltige a. S.

3. Gruppe. Metallische Silicide. Ordnungen: 1. wasserhaltige m. S., 2. wasserfreie m. S.

IV. Klasse. Metalloxyde. Ordnungen: 1. wasserhaltige M. O., 2. wasserfreie M. O.

V. Klasse. Metalle.

VI. Klasse. Sulphuride. Ordnungen: 1. Kiese, 2. Glanze, 3. Blenden, 4. Schwefel.

VII. Klasse. Anthracide. Ordnungen: 1. Diamant, 2. Kohle, 3. Bitumen, 4. Organisch saure Salze.

8. Breithaupt.

Vollständige Charakteristik des Mineralsystemes. 1832.

I. Klasse. Salze. Ordnungen: 1. Hydroit, Karbonate, 3. Halate, 4. Nitrate, 5. Sulfate, 6. Alliat, 7. Borate.

II. Klasse. Steine. Ordnungen: 1. Phyllite, 2. Chalzite, 3. Spathe, 4. Glimmer, 5. Porodine, 6. Ophite, 7. Zeolithe, 8. Grammite, 9. Dure.

III. Klasse. Miner. Ordnungen: 1. Erze, 2. Kiese, 3. Metalle, 4. Glanze, 5. Blenden, 6. Kerate.

IV. Klasse. Brenze. Ordnungen: 1. Schwefel, 2. Resine, 3. Bitumen, 4. Kohlen.

Anhangsgruppen: 1. Schiefer, 2. Thone. Anhang.

9. Necker.

Le règne minéral. 1835.

Cristaux, ou métaux cristallins.

I. Classe. Inflammables. Ordres: 1. Soufre, 2. Diamant.

II. Classe. Metallophanes. Ordres: 1. Metaux natifs ou réguliens, 2. Pyrites, 3. Graphites, 4. Alliages.

III. Classe. Amphiphanes. Ordres: 1. Hématites, 2. Sulfuridiens ou Blendes.

IV. Classe. Lithophanes. Appendice. Schérérite.

1. Division. Alysimiens. Ordres: 1. Aluminidiens, 2 Stannidiens, 3. Silicidiens, 4. Boridiens, 5. Titanidiens, 6. Molybdéniens, 7. Schéelidiens, 8. Chromidiens, 9. Fluoridiens, 10. Phosphatidiens, 11. Arsenidiens, 12. Antimonidiens, 13. Sulfatidiens, 14. Carbonidiens, 15. Chloridiens, 16. Mellatidiens, 17. Oxalidiens, 18. Hydratiens.

2. Division. Hydrolysimiens.

10. Gustav Rose.

Elemente der Krystallographie. Zweite Auflage. 1838, *p.* 155.

I. Klasse.	Die einfachen Körper.
II. —	Die binären Verbindungen.
III. —	Die doppelt binären Verbindungen.
IV. —	Die dreifach binären Verbindungen.

V. Klasse. Die vierfach binären Verbindungen.

VI. — Die fünffach binären Verbindungen.

VII. — Die sechsfach binären Verbindungen.

Anhang. Noch nicht bestimmte Verbindungen.

In jeder Klasse vier Ordnungen, mehr und weniger vollständig.

1. Die Quecksilber-, Osmium-, Antimon-, Arsenik-, und Tellurverbindungen.

2. Die Schwefel- und Selenverbindungen.

3. Die Chlor- und Fluorverbindungen.

4. Die Sauerstoffverbindungen.

In den Ordnungen die Gattungen nach den sechs Krystallsystemen untergetheilt, und durch den Isomorphismus bestimmt. Die Art nach den chemischen Bestandtheilen.

11. Glocker.

Grundriss der Mineralogie, p 249. 1839.

Uebersicht der Mineralfamilien.

I. Kohlig-harzige Substanzen, Karbonite. 1. Anthracite, Kohlen. 2. Asphaltite, Erdharze.

II. Geschwefelte Substanzen. Sulphurite. (Mit Einschluss der Selen-, Tellur-, Arsenik- und Antimonverbindungen.) 3. Thiolithe, Schwefel. 4. Cinnabarite, Blenden. 5. Lamprochalzite, Glanze. 6. Pyrite, Kiese.

III. Metallische Substanzen, Metalle. 7. Metalle.

IV. Oxydirte Substanzen, Oxyde.

A) Metalloxyde. 8. Oxydolithe, Erze.

B) Metalloidoxyde (Silicite). 9. Amphibolite, Hornblendeartige. 10. Sklerolithe, Edelsteine. 11. Pyromachite, Feldspathartige. 12. Zeolithe. 13. Argillite, Thonartige. 14. Margarite, Glimmerartige.

V. Gesäuerte Substanzen, Haloide.

A) Metallhaloide (Gesäuerte Metalle im Wasser unauflöslich). 15. Halochalcite (Leichtere Metallhaloide). 16. Chalkobaryte (Schwere Metallhaloide).

B) Metalloidhaloide (Gesäuerte Erden, in Wasser unauflöslich). 17. Hallithe (d. h. Salzsteine).

C) Salze (Gesäuerte Erden, Alkalien und Metalle, im Wasser auflöslich und salzig schmeckend). 18. **Hydrolyte**, Salze.

12. Beudant.

Cours élementaire d'Histoire naturelle Minéralogie. 1841, *p.* 136.

1. Verschiedene Metalle und Oxyde.
2. Classe des.. (Sidérides, Manganides, Chromides, Aluminides.)
3. — (Tantalides, tungstides, etc.)
4. — (Titanides, Stannides.)
5. — (Antimonides, Arsénides, Phosphorides, etc.)
6. — (Tellurides, Sélénides, Sulfurides.)
7. — (Iodides, Chlorides, Bromides, Fluorides etc.)
8. Classes et groupes divers. Hydrogénides, Azotides, Carbonides, Borides, Silicides.

13. Frankenheim.

System der Krystalle. 1842.

1. Klasse. Tesserale Krystalle. Ordnungen, nach den Grundformen: 1. der Würfel, 2. das Oktaeder, 3. das Granatoeder. Anhang. Unbekannt.

II. Klasse. Tetragonale Krystalle. Ordnungen: 1. das Prisma, 2. das Oktaeder.

III. Klasse. Hexagonale Krystalle. Ordnungen: 1. das Prisma, 2. das Rhomboeder.

IV. Klasse. Isoklinische Krystalle. Ordnungen: 1. das gerade rektanguläre Prisma, 2. das gerade rhombische Prisma, 3. das rektanguläre Oktaeder, 4. das Rhomben-Oktaeder.

V. Klasse. Monoklinische Krystalle. Ordnungen: 1. das gerade rhomboidische Prisma, 2. das schiefe rhombische Prisma, 3. das rhomboidische Oktaeder.

VI. Klasse. Triklinische Krystalle.

14. Weiss.

Hartmann's *Handbuch der Mineralogie.* 1843. *I., p.* 308.

I. **Ordnung der oxydischen Steine.** Familien: 1. Quarz, 2. Feldspath, 3. Skapolith, 4. Haloidsteine, 5. Zeo-

lithe, 6. Glimmer, 7. Hornblende, 8. Thone, 9. Granat, 10. Edelsteine, 11. Metallsteine.

II. Ordnung der salinischen Steine. Familien: 1. Kalkspath, 2. Flussspath, 3. Schwerspath, 4. Gyps, 6. Steinsalz.

III. Ordnung der salinischen Erze. Familien: 1. Spatheisenstein, 2. Kupfersalze, 3. Bleierze.

IV. Ordnung der oxydischen Erze. Familien: 1. oxydische Eisenerze, 2. Zinnstein, 3. Manganerze, 4. Rothkupfererz, 5. Weisspiesglanzerz.

V. Ordnung der gediegenen Metalle. Eine einzige Familie.

VI. Ordnung der geschwefelten Metalle. Familien: 1. Schwefelkies, 2. Bleiglanz, 3. Grauspiesglanzerz, 4. Fahlerz, 5. Blende, 6. Rothgiltigerz.

VII. Ordnung der Inflammabilien. Familien: 1. Schwefel, 2. Diamant, 3. Kohlen, 4. Erdharze, 5. Brennsalze.

15. Dana.

A System of Mineralogy. Second Edition. 1844, *pag.* 132.

I. Klasse. Ordnung: 1. Rheutinea, 2. Sterinea.

II. Klasse. Ordnungen: 1. Halinea, 2. Barytinea, 3. Ceratinea, 4. Osmerinea, 5. Chalicinea, 6. Hyalinea, 7. Scaptinea, 8. Metallinea, 9. Pyritinea, 10. Galinea, 11. Adelinea, 12. Theiinea.

III. Klasse. Ordnungen: 1. Pittinea, 2. Anthracinea.

Konsequenz ist eine werthvolle Eigenschaft von Systemen. Sie ist bei doppeltem oder mehrfach gemischtem Prinzip unmöglich. Mit der allerersten Spezies, dem Demant, bot Werner in dem ersten der oben angeführten Systeme der Ueberschrift: „Erdige Fossilien," Trotz; aber die naturhistorische Aehnlichkeit des Diamants mit den übrigen Edelsteinen überwand das Bewusstseyn der Kenntniss, dass er doch kein „erdiges Fossil" ist. Aehnliche Bestimmungen kommen mehrere vor. Der charakterisirende Bestandtheil musste, wenn auch

nicht vorwaltend, oft als Grund derselben gelten. Hin und wieder machten **Sippschaften**, welche MOHS in dem Kataloge der VAN DER NÜLLischen Sammlung weiter ausführte, auf die naturhistorische Aehnlichkeit aufmerksam.

Die Systeme von HAÜY und HAUSMANN, das nach den elektropositiven und nach den elektronegativen Körpern von BERZELIUS, das von v. LEONHARD sind rein chemisch. Der naturhistorischen Aehnlichkeit ist kein Einfluss auf die Klassifikation eingeräumt, doch erscheinen aus rein chemischen Prinzipien in dem zweiten Systeme von BERZELIUS und in dem von HAUSMANN manche Zusammenstellungen, in denen die naturhistorische Aehnlichkeit der MOHSischen Ordnungen durchblickt.

Das System von NAUMANN, aus chemischen Gruppen gebildet, welche vorzüglich durch den Gegensatz des Metallischen und nicht Metallischen, des Wasserhaltigen und nicht Wasserhaltigen bezeichnet sind, bringt einzelne Ordnungen des MOHSischen Systemes in ziemlichem Zusammenhange zur Anschauung, während andere mehr getrennt erscheinen.

Das System von BREITHAUPT ist naturhistorisch und daher in seiner allgemeinen Anlage, und einem grossen Theile der Ausführung dem MOHSischen ähnlich.

Die gleichartigen Stufen des NECKERischen Systemes sind nicht coordinirt, sondern werden selbst erst durch eine fortgesetzte Dichotomie, theils chemischer, theils naturhistorischer Eigenschaften erhalten. Einige Ordnungen der *Cristaux hydrolysimiens* erfordern eine siebenzehnfache Dichotomie. Einige Zusammenstellungen erinnern an die MOHSischen Ordnungen. Die Krystallvarietäten werden den Spezies der Botanik parallelisirt. Die wahren Spezies heissen bei NECKER *Genres*, Geschlechter. Kommen keine Krystalle vor, so heisst es: „In diesem Geschlechte sind **keine Spezies** bekannt.“ Bekanntlich gibt es in der Zoologie und Botanik keine solchen Genera, daher denn auch NECKER's System nicht Naturgeschichte ist.

G. ROSE nimmt mit NORDENSKJÖLD als Klassifikationsgrund die Art der chemischen Verbindung der einfachen Stoffe, gibt also ein chemisches Register, doch werden die Gattungen durch krystallographische Gründe bestimmt.

Das System von GLOCKER in der allgemeinen Anlage chemisch, zeigt die Reihung mehr naturhistorisch, übereinstimmend mit MOHS gehalten.

BEUDANT's *Abrégé du Tableau des espèces Minérales* besitzt kaum noch das Ansehen einer wissenschaftlichen Uebersicht. Nur dem Kenner ist es einigermassen verständlich. Es bezieht sich im Wesentlichen auf AMPÈRE's Klassifikation der einfachen Körper.

Die vollständige, vom AMPÈRE aufgestellte Klassifikation der einfachen Stoffe, von BERTHIER *) für die 54 damals bekannten ergänzt, ist folgende:

I. Ordnung. Gazolyte oder Metalloide. Geschlechter: 1. Boride (Silizium, Boron); 2. Kohle; 3. Hydrogen; 4. Chloride (Fluor, Chlor, Brom, Jod); 5. Oxygenide (Oxygen, Schwefel, Selen, Tellur); 6. Arsenide (Phosphor, Arsenik, Azot).

II. Ordnung. Leucolyte. Geschlechter: 7. Kassiteride (Antimon, Zinn, Zink, Kadmium); 8. Argyride (Wismuth, Merkur, Silber, Blei); 9. Tephralide (Kalium, Natrium, Lithium); 10. Kalzide (Barium, Strontium, Kalzium, Magnesium); 11. Zirkonoide (Yttrium, Beryllium, Aluminium, Thorium, Zirkonium).

III. Ordnung. Chroicolyte. Geschlechter: Ceride (Cerium, Mangan); 13. Sideride (Eisen, Kobalt, Nickel, Kupfer); 14. Chryside (Palladium, Platin, Gold, Iridium, Rhodium, Osmium); 15. Chromide (Chrom, Vanadium, Molybdän, Wolfram, Uran, Titan, Tantal).

In einer kreisförmigen Aufstellung schliessen sich die letzten Chroikolyte wieder an die ersten Gazolyte an.

In dem Mineralsysteme kommen von dieser interessanten Folge nur Fragmente vor, hin und wieder nebenbei eine Andeutung von Geschlecht und Sippschaft (*genre et tribu*).

Das *Abrégé* bildet in der That nur einen Auszug aus dem ausführlichen *Tableau systématique des matières minérales*, in BEUDANT's *Traité élémentaire de Minéralogie* 1832, II. p. 735.

*) *Traité des Essais par la voie sèche*. I. 521. 1831.

Hier sind die Klassen nach Ampère Gazolyte, Leucolyte, Chroicolyte; die darin begriffenen Familien:

1. Silicides, Borides, Carbonides, Hydrogénides, Nitrides, Sulforides, Chlorides, Jodides, Bromides, Phthorides, Séténides, Tellurides, Arsénides.

2. Antimonides, Stannides, Bismuthides, Hydrargyrides, Argyrides, Plombides, Aluminides, Magnésides.

3. Titanides, Tantalidea, Tungstides, Molybdides, Chromides, Uranides, Manganides, Sidérides, Cobaltides, Cuprides, Oridea, Platinides, Paladildea, Osmiides.

Eine jede Familie enthält, wo möglich 1. die einfachen Körper, 2. die nicht oxydirten Verbindungen, 3. die Oxyde und Säuren, 4. die Oxydhydrate und Salzhydrate, 5. die anhydrischen Salze.

Bei diesen Systemen sind immer nur die einfachen Stoffe wirklich klassifizirt; ihre Verbindungen, die den einfachen Stoffen oft gar nicht ähnlich sind, und auch in chemischer Beziehung nur eine hüttenmännische Analogie mit einander besitzen, folgen den einfachen etwa wie zahlreiche Anhänge.

Frankenheim betrachtet mit Ausschluss der amorphen Körper den durch die Krystallisation umschriebenen Inhalt der unorganischen Natur, also einen Theil der Mineralien, nebst vielen Produkten der chemischen Laboratorien. Diess ist ein sehr verdienstlicher Versuch, wenn auch fürs Erste in der Hauptsache nur die Form als Vereinigung aufgestellt ist. Innerhalb der Ordnungen werden Familien nach der Pantoedrie und den verschiedenen Arten der Hemiedrie unterschieden; Gattungen und Arten (Genera und Spezies) vollenden das Gebäude. Jene stellen zuweilen, aber nicht vorwaltend, naturhistorisch ähnliche Spezies zunächst, wo die Isomorphie leitet. Grössere naturhistorische Gruppen, in dem Sinne der Mohsischen Geschlechter oder Ordnungen erscheinen dabei nicht.

Das System von Weiss stellt geognostisch als wichtigste Spezies den Quarz voran, so wie Werner als werthvollste den Diamant. Auch die naturhistorischen Eigenschaften sollen berücksichtiget werden, vorzüglich aber die chemischen Verhältnisse, denn nach Weiss soll keine der Eigenschaften unerwogen

bleiben, um ihnen ihre richtige Stelle im Systeme anzuweisen. Die Reihung schliesst sich einigermassen den chemischen Systemen nach den elektronegativen Körpern an, von naturhistorischer Aehnlichkeit ist in der Anlage dasjenige übrig, was diesen Systemen eigenthümlich ist, wo die Silikate mit den Ordnungen der Spathe und Gemmen, die Oxyde mit den Erzen, die Metalle mit den Metallen, die Schwefelmetalle mit den Kiesen, Glanzen und Blenden des MOHSischen Systemes so ziemlich übereinstimmen.

Das System von DANA ist naturhistorisch. Es schliesst sich unmittelbar an das MOHSische an. Von dem Inhalt der ersten Klasse werden zwei Ordnungen, der flüssigen und festen Körper gebildet, in der zweiten Klasse sind die Ordnungen der Malachite, Allophane, Graphite, Steatite und Glimmer unter die zunächst angrenzenden vertheilt.

Man wird an den Systemen den Mangel an Gleichförmigkeit in der Benennung der Klassifikationsstufen bemerken. Nicht alle haben die fünf von LINNÉ vorzüglich aufrecht erhaltenen Stufen von Klasse, Ordnung, Geschlecht, Spezies, Individuum. Im Gegentheile sind diese Stufen eben so ungleichförmig, als die den Systemen zum Grunde liegenden Ansichten.

Die allgemeine Uebersicht der Klassen und Ordnungen des MOHSischen Systemes ist folgende:

I. Klasse. Akrogenide. Ordnungen: 1. Gase, 2. Wasser, 3. Säuren, 4. Salze.

II. Klasse. Geogenide. Ordnungen: 1. Haloide, 2. Baryte, 3. Kerate, 4. Malachite, 5. Allophane, 6. Graphite, 7. Steatite, 8. Glimmer, 9. Spathe, 10. Gemmen, 11. Erze, 12. Metalle, 13. Kiese, 14. Glanze, 15. Blenden, 16. Schwefel.

III. Klasse. Phytogenide. Ordnungen: 1. Harze, 2. Kohlen.

Anhang. 1. Unbestimmbares, 2. Gebirgsarten.

Man wird es mir gerne vergönnen, diesem schönen Systeme *) meines verehrten, nun verewigten Lehrers noch ferner-

*) *The striking beauties of the system (of* MOHS) *will forcibly impress the minds of those who may give it the attention it merits.* DANA. 2. Edit. p. 131.

hin getreu zu folgen, bis im Laufe genauerer Untersuchung und näherer Bekanntschaft mit den Mineralspezies und ihren Varietäten Verbesserungen möglich werden. Für die Resultate chemischer Forschung kann Nichts vortheilhafter seyn, als einen wirklichen Vergleichungspunkt zu besitzen, der unabhängig von denselben gehalten wird, wenn man auch natürlich bereit ist, selbst Fragmente zu vergleichen, so wie man neue Beobachtungen zu machen im Stande war.

Als endliches Ziel der Bestrebungen, um naturhistorische und chemische Systeme der Mineralkörper hervorzubringen, dürfen wir wohl ein ideales System betrachten, welches rein auf die Prinzipien der einen Wissenschaft gegründet, auch den Forderungen und Grundsätzen der andern entspricht.

So wie das System hier in der Charakteristik ausgeführt ist, hat es wohl nicht den wünschenswerthen Anspruch auf Vollständigkeit oder durchgreifende Konsequenz. Aber die Schwierigkeit liegt in der Natur der Sache, in dem stets fortschreitenden Wissen. Diess fühlt auch jeder Mineraloge, und BREITHAUPT verschob aus diesem Grunde in seinem „Vollständigen Handbuche" die Charakteristik bis nach der Publikation der Physiographie, um sie beide gänzlich in Einklang zu bringen. Diess ist hier nicht thunlich, und wenn ich auch beabsichtige, die Physiographie nun rasch durchzunehmen, so ist es doch noch nicht geschehen, und das „Handbuch der bestimmenden Naturgeschichte" verliert ohne Charakteristik den Zusammenhang.

Daher änderte ich aber in dem MOHSischen Systeme so wenig wie möglich, so zum Beispiel blieben die Schillerspathe ungeachtet der Arbeiten von KÖHLER, REGNAULT, G. ROSE und anderer und mancher Beobachtungen, die auch ich gesammelt, unverändert stehen, weil ich dazu noch Manches weiter zu durchforschen wünschte.

Einzelne Daten, wie bei den spezifischen Gewichten für Schilfglaserz, Schrifterz wurden einfach korrigirt.

Was den Inhalt des Systemes betrifft, so habe ich wohl das Meiste aus der neuern Literatur gesammelt, und da eingetheilt, wo die naturhistorische Aehnlichkeit es anzudeuten schien. Vieles, sehr Vieles davon wird noch lange einer genauen Bestimmung

entbehren, doch hat man ja früher selbst die gewöhnlichsten Spezies auch nur sehr unvollkommen gekannt, ja man untersucht sie nur und lernt sie noch immer besser kennen. Daher wir denn erwarten dürfen, dass auch selbst von den am unvollständigsten aufgeführten, unsere Kenntniss sich nach und nach erweitern wird, wenn sie auch endlich dahin führen sollte, dass Manches, was jetzt getrennt gehalten wird, sich wieder zu einer einzigen Spezies vereinigen, und was jetzt nach scheinbaren Aehnlichkeiten nahe gestellt ist, später wieder getrennt werden muss.

Eine Auseinandersetzung von Gründen für Vereinigung, für Trennung, muss natürlich der Physiographie vorbehalten bleiben. Hier mag Manches, was auch jetzt schon als nicht eigenthümlich betrachtet werden kann, getrennt bleiben, um die Aufmerksamkeit darauf mehr rege zu erhalten. Dann wird es auch thunlich, alle Spezies nach Gründen in Geschlechter zu versammeln. Vor der Hand gelten die vor der Liste der Mohsischen stehenden Spezies, als in den Ordnungen zu eigenen Geschlechtern gehörig, die spätern als zu denen gezählt, welchen sie angereiht sind.

Ueber die zwei Anhänge des Systemes in dem gegenwärtigen Handbuche bleibt noch eine Erläuterung nothwendig. Der erste begreift die unbestimmbaren Mineralien, zerstörte, nicht ausgebildete Körper, ohne Individualität, keine eigentlichen Spezies, dabei dicht, erdig, wenig durchsichtig, doch mancher Verhältnisse wegen, in ihrem Vorkommen, in ihrer Anwendbarkeit im Leben, durch besondere Namen und Benennungen unterschieden. Der zweite Anhang umfasst die Gebirgsarten, die Formen des häufigsten Vorkommens der Mineralspezies in den grossen Massen, welche die Rinde unseres Erdkörpers zusammensetzen. Sie sind einfach und zusammengesetzt bereits im Systeme enthalten. Manche zusammengesetzte sind weniger leicht erkennbar, und wurden daher durch eigene Namen unterschieden, auch viele innig gemengte, und endlich die sichtlichen Gemenge selbst. Die hier aufgezählten Namen sollen blos als Andeutungen dienen. Wenige der wichtigeren und gebräuchlicheren fehlen. Viele derselben sind noch überdiess, theils untereinander, theils mit fremden Wörtern näher bestimmt, die von Lokalitäten, also geographischen, oder von rein geognostischen Verhältnissen hergenommen sind.

DRITTES HAUPTSTÜCK.

NOMENKLATUR.

150. Inhalt.

Die Grundsätze der Systematik und der Nomenklatur sind durch Mohs so ausführlich erörtert worden, dass es hier nur darauf ankommen wird, das Praktische auch der letztern in mehrerer Kürze darzustellen.

Die Systematik hat ihr Geschäft vollendet, wenn die mineralogischen Spezies bestimmt sind und das System gegründet ist. Die naturhistorische Beschaffenheit der Individuen ist bereits aus der Terminologie bekannt. Das System enthält aber mehrere Stufen, nämlich die Klassen, Ordnungen, Geschlechter und Spezies. Um jede derselben einzeln bezeichnen zu können, vorzüglich diejenigen, welche am Ende das Individuum bis in die engsten Grenzen einschliessen, sind Namen nothwendig. Die Nomenklatur begreift die Regeln der Namengebung.

Die wichtigste der zu bezeichnenden Stufen des Systemes ist die Spezies. Man kann sie entweder im Zusammenhange mit andern oder selbstständig bezeichnen wollen. Um dem ersten Zwecke zu entsprechen, dient die systematische, um dem zweiten Zwecke zu entsprechen, die spezifische Nomenklatur. Wörtliche Bezeichnungen, die sich weder auf ein System beziehen, noch auch eine wahre Spezies einzeln anzudeuten bestimmt sind, und die auf dem gewöhnlichen Gebrauche oft innerhalb beschränkter Grenzen beruhen, werden als Trivialnamen betrachtet.

151. Systematische Nomenklatur.

Durch die systematische Nomenklatur wird das Verhältniss angedeutet, in welchem mehrere Spezies oder Geschlechter zu

einander stehen, sie ist die wörtliche Darstellung oder der namentliche Ausdruck des Systemes.

Man bedient sich dazu zusammengesetzter Namen oder Benennungen, oder beider. Zusammengesetzte Namen bestehen aus zwei oder mehreren einfachen. Benennungen enthalten Hauptwörter durch Beiwörter näher bestimmt. Dass bei einer systematischen Nomenklatur Konsequenz eines der wichtigsten Erfordernisse sey, ist wohl augenscheinlich.

Die systematische Nomenklatur in der Botanik und Zoologie ist seit langer Zeit eingeführt, und durch Linné konsequent in diejenige Form gebracht worden, welche sie jetzt besitzt. Sie besteht aus dem Namen, der auf dem Genus liegt, und aus einem einfachen Beiworte: *vocabulo unico, libere undequaque desumto,* der die Spezies näher bestimmt. Die systematische Nomenklatur, deren sich Linné und seine Zeitgenossen in der Mineralogie bedienten, konnte sich nicht halten, weil sie sich nicht auf wahre mineralogische Spezies beziehen konnte, deren Existenz damals noch nicht erkannt war.

Der erste durchgreifende Versuch zu einer systematischen Nomenklatur in der Mineralogie ist von Mohs gemacht worden. Als systematische Nomenklatur soll diese auch hier unverändert beibehalten werden, um nicht durch zu vieles allmähliges Aendern einen fortgesetzten Zustand von Wechsel hervorzubringen, denn es ist selbst vielleicht jetzt noch zu früh, alle Vortheile zu erreichen, welche eine solche Nomenklatur darbieten kann.

Mohs legte die einfachen Namen auf die Ordnung. Die Ordnungsnamen bilden also die Grundlage seiner systematischen Nomenklatur. Es sind ihrer nicht mehr als zweiundzwanzig. Sie sind aus alten einzelnen Namen tadellos zusammengestellt.

Das Genus wird durch einen zusammengesetzten Namen bezeichnet, so in der Bleude die Genera, Glanzblende, den Glanzen nahestehend, Rubinblende, durch die schönen rothen Farben an Rubin erinnernd, Granatblende, das Verhältniss der Formen bezeichnend, Purpurblende, wegen der Farbenschattirung. Form, Farbe, Aehnlichkeit sind naturhistorische Verhältnisse. In vielen Ordnungen wurden jedoch die alten Tri-

vialnamen benützt; zum Theil umgestaltet, zum Theil ergänzt. In der Ordnung der Kiese gab es dadnrch Nickelkiese, Arsenikkiese, Kobaltkiese, Eisenkiese, Kupferkiese. Diese Namen haben eine naturhistorische Bedeutung, aber lauten allerdings chemisch, und es bleibt gewiss misslich, dass znm Beispiel der entome Kobaltkies gar keinen Kobalt enthält.

Die spezifische Benennung des Minerales oder die Benennung der Spezies enthält ausser dem zusammengesetzten Namen des Genus noch ein Beiwort zur nähern Bestimmung. In den meisten Fällen hat Mohs dieses Beiwort aus den krystallographischen Verhältnissen insbesondere dem Krystallsysteme nnd der Theilbarkeit entlehnt. Dergleichen Benennungen sind: dodekaedrischer, oktaedrischer, rhomboedrischer, prismatischer Kornnd; hexaedrischer, prismatischer, rhomboedrischer Eisenkies, u. s. w.

Die den Geschlechtsnamen beigefügten Beiwörter sind jedoch keine Charaktere, so wie überhaupt Name und Charakter so weit von einander verschieden sind, dass jeder derselben den Gegenstand eines eigenen Hauptstückes in der Mineralogie als Naturgeschichte des Mineralreiches bildet. Die Namen selbst sind keine Definitionen, die ersteren aber eben so wie die letzteren sind wahres Bedürfniss.

Mohs hat den drei Klassen gar keinen Namen gegeben. Ich habe diese Lücke durch die Namen: Akrogenide, Geogenide, Phytogenide auszufüllen gesucht, deren Etymologie das Allgemeinste des Vorkommens an der Oberfläche oder im Innern des Erdkörpers, und als Rest des Reiches der Vegetabilien in Erinnerung bringt.

Breithaupt und Dana versuchten die Bildung von lateinischen systematischen Benennungen für Genus und Spezies, analog dem Linnéischen Verfahren in der Botanik. Noch scheinen sie zu neu, um als nützliche Vergleichungspunkte angeführt werden zu können, indem doch schon zu ihrer Verständniss die kürzern und bekannten spezifischen Namen erforderlich sind. Auch klingt das Lateinische ganz fremdartig in dem bisherigen Gange des Studiums der Mineralogie, besonders, wenn es in der Bildung der Namen mit einiger Freiheit gehandhabt wird.

So sagt BREITHAUPT *Sales*, *Spathi*, DANA *Zeolus*, *Turmalus*, *Nephrus*, statt *Salia*, *Spatha*, *Zeolithus*, *Turmalinus*, *Nephrites*, wie es die gewöhnlichere Form verlangen würde. Auch die Ordnungsnamen sind lateinisch gegeben. NECKERS systematische Nomenklatur gehört nicht zu diesen Versuchen, denn sie beginnt erst mit der mineralogischen Spezies, und verbreitet sich nur über Varietäten.

152. SPEZIFISCHE NOMENKLATUR.

Das Bedürfniss, welches die systematische Nomenklatur befriedigt, ist der Ausdruck der naturhistorischen Aehnlichkeit in einem Systeme durch die Benennung. Es ist aber ein eben so dringendes und wahres Bedürfniss, für jede Spezies einen eigenen bestimmten spezifischen Namen zu haben, der einfach, nicht zusammengesetzt ist, daher auch sich weder auf ein vollständiges Mineralsystem, noch auf ein Systemfragment bezieht, wie dieses Letztere bei einem jeden zusammengesetzten Namen der Fall ist, wenn er nicht in die Kathegorie von wirklichen systematischen Namen oder Benennungen gehört. Dieses Bedürfniss wird durch die spezifische Nomenklatur befriedigt. Gyps, Pharmakolith, Haidingerit, Vivianit, Hopeit, Karstenit, Kryolith, Gaylüssit, Wavellit, Alaunit, Skorodit, Apatit, Fluss, Herderit, Aragon, Dolomit, Breunnerit, Ankerit sind die spezifischen Namen der in der Ordnung der Haloide in dem letzten MOHSischen Systeme enthaltenen Spezies, mit Ausnahme der Kobaltblüthe und des Kalkspathes. Für die erstere hat BEUDANT aus dem wohl sehr allgemeinen Verhältnisse der Farbe den Namen Erythrin gegeben. Die wichtige Spezies, welche den Kalkspath und den Kalkstein begreift, hat keinen spezifischen Namen. Der zusammengesetzte Name Kalkspath bezieht sich seiner Form nach auf eine höhere Klassifikationsstufe Spath mit einer näheren Bestimmung; er gilt nur für die krystallinischen Varietäten, während die zusammengesetzten durch Kalkstein, einer höheren Klassifikationsstufe Stein angehörig, die wieder näher bestimmt ist, bezeichnet werden. Einzelne Varietäten: Marmor, Kreide, Anthrakolith haben einfache Namen erhalten, die mannig-

faltigen Varietäten des Marmors bedürfen selbst wieder einer ausgedehnten Nomenklatur nach Farben, Zeichnungen, Lokalitäten, selbst der Zeit ihrer Bearbeitung für technische Zwecke. Die italienischen Namen derselben sind zum Theil in andern Sprachen angenommen worden, wie der *brecciato*, *rosso*, *giallo antico*, *africano*, *cipollino* u. s. w. Lamétherie, Beudant nennen das Ganze der Spezies Calcaire, das auf die französische Sprache beschränkt ist. Wir können im Deutschen den von Freiesleben den Pseudomorphosen von Kalkspath von Sangerhausen beigelegten Namen Kalzit sehr zweckmässig auf die ganze Spezies ausdehnen, und dadurch ein wahres Bedürfniss befriedigen.

An den Beispielen, welche hier für die Ordnung der Haloide gegeben sind, lassen sich die wenigen Regeln, welche bei der Bildung spezifischer Namen zu beobachten sind, leicht erörtern.

Die Namen sollen einfach, nicht zusammengesetzt seyn. Quecksilber ist kein spezifischer, sondern ein systematischer Name, daher das Metall längst Merkur für seinen spezifischen Namen erhalten, eben so hat Mangan das Braunsteinmetall oder Braunstein verdrängt. Pharmakolith, Giftstein, von Hausmann anstatt der Wernerischen Arsenikblüthe vorgeschlagen, ist ein zusammengesetztes Wort, aber griechisch, und gilt im Deutschen für einfach, für einen spezifischen Namen, und wurde als das Bedürfniss befriedigend allgemein angenommen, denn Arsenikblüthe ist eine nähere Bestimmung einer Ordnung oder eines Geschlechtes von Blüthen, in einem Systemfragmente, welches mit dieser Blüthe endigt.

Wo sich die Endung it anbringen lässt, ist sie der Zusammensetzung mit lith, von λίθος, vorzuziehen; weil sie kürzer ist. Sie macht durch den raschen Schluss des Wortes einen Ruhepunkt, der selbst bei häufiger Aufeinanderfolge nicht ermüdet, wie bei Wavellit, Alunit, Skorodit, Apatit, Dolomit u. s. w. Wo sich die Gelegenheit einer verschiedenen Endung bietet, mag sie nicht vernachlässigt werden, um einige Veränderung hervorzubringen, wie bei den schönen Namen Gyps, Fluss, Aragon oder Erythrin, Baryt, Cölestin; aber viele der neuern von Beudant vorgeschlagenen Namen mit Endigung in èse, ise, ose u. s. w. widersprechen doch gar zu sehr dem Genius der deutschen Sprache,

daher auch BREITHAUPT mehreren sehr zweckmässig die Endsylbe it gegeben hat. Doch hat auch BEUDANT nur für französische Namen sorgen wollen *).

Da man durch fremde Sprachen die Zusammengesetztheit der Wörter versteckt, so schöpfen wir gern und zweckmässig aus den gelehrten todten Sprachen, der lateinischen, und vorzüglich aus der griechischen, ohne jedoch auf diese beschränkt zu seyn, wie Lasur, Turmalin und Korund beweisen.

Die Zusammensetzung, die Bildung dieser Namen überhaupt folgt wohl im Ganzen den Regeln jener Sprachen, doch werden auch Fehler, wenn sie Kürze zum Zwecke haben, manchmal dabei übersehen. Die griechischen Stammsylben repräsentiren dann nur gewissermassen die Begriffe, an die das Wort erinnern soll.

Wer die Spezies neu bestimmt, gibt ihr den Namen. Die nämliche Spezies in anderen Varietäten neu zu beschreiben und zu benennen, zeigt zu wenig Bekanntschaft mit der Summe der bereits gesammelten Erfahrungen, als dass derjenige, welcher diess ausführt, schon dem Geschäfte, welches er übernimmt, gewachsen gewesen wäre, oder die Bedürfnisse der Naturgeschichte aus dem richtigen Gesichtspunkte aufgefasst hätte. Absichtliche Veränderungen guter Namen beweisen Geringschätzung der Arbeiten früherer Forscher, und verdienen nicht angenommen zu werden.

Auch der systematische Nomenklator soll gute, einfache, spezifische Namen nicht für höhere Stufen mit dem Verlangen anwenden, dass dieselben Namen nicht fortan in der spezifischen Nomenklatur oder anderweitig im Leben beibehalten und gebraucht werden sollten, wie Blende für Ordnung und Spezies, und für so manche Gegenstände der Technik. Es ist kein Fehler, wenn man sie ein Mal in dem einen, ein anderes Mal in dem anderen Sinne anwendet.

Die Beziehungen der Namen reihen sich unter folgende fünf Hauptabtheilungen. Spezifische Namen werden:

1. aus alten, längst bewährten Namen genommen;

*) *Traité élémentaire de Minéralogie.* I., p. 526.

2. sie beruhen auf allgemeinen naturhistorischen Aehnlichkeiten;

3. sie beziehen sich auf einzelne Eigenschaften, die oft der Naturgeschichte fremd, meistens chemisch sind;

4. sie erinnern an Fundorte;

5. sie bewahren das Andenken an Personen.

Von jedem dieser Verhältnisse sollen einige Namen als Beispiele angeführt werden.

1. Alte Stammnamen.

Zu den besten aller Namen gehören: Salz, Gyps, Fluss, Glimmer, Talk, Spath, Quarz, Kies, Glanz, Blende, Schwefel, Gold, Silber, Kupfer, Eisen, Spinell, Topas, Smaragd, Granat. Das Wort Salz wurde durch die Systematiker, Avicenna an der Spitze erst von dem Mineralkörper, der es einst ungeschmälert als Namen besass, auf viele andere ausgedehnt. Die neuere Chemie entdeckte, dass Salz gar kein Salz ist. Sollen wir nun, um konsequent zu seyn, keine Salzbergwerke mehr haben, sondern Chlorür- oder Chlor-Natrium Bergwerke. Wir bewahren in der Mineralogie dem Salze seinen alten selbstständigen, spezifischen Namen. Dem Namen Kies haben die systematischen Nomenklatoren die höhere Bedeutung als Ordnungsnamen so allgemein beigelegt, dass es gerathener scheint, für die Spezies des hexaedrischen Eisenkieses Mohs den eben so bekannten in den meisten übrigen Sprachen gleichlautenden Namen Pyrit anzuwenden. Für den prismatischen Eisenkies Mohs wählen wir unter den alten Namen den ebenfalls öfters in dieser Bedeutung vorkommenden Markasit.

Mancher werthvolle Name der ältern Mineralogie ist durch den unbestimmten Gebrauch, der davon gemacht worden ist, gänzlich aus der spezifischen Nomenklatur verschwunden. Dergleichen ist der uralte deutsche Name Schörl, der nebst der Spezies des Turmalins auch für Amphibol, Epidot, Augit, Axinit, Albit, Staurolith, Kyanit, Anatas, Prehnit, Rutil mit mancherlei Zusätzen gebraucht wurde. Auch der schöne Cronstedtische Name Zeolith ist durch nähere Bestimmungen, die eine systematische Form annehmen, ohne sich auf ein System zu

beziehen, ausser Gebrauch gekommen. HAÜY substituirte demselben für die Spezies des prismatischen Kuphonspathes MOHS, die hier den spezifischen Namen Natrolith führt, den Namen Mesotyp, der nun seinerseits selbst dem Schicksale seines Vorgängers Zeolith entgegen zu gehen scheint.

Spath, der eigentliche spezifische Name des Feldspaths, ist aus der spezifischen Nomenklatur durch die verschiedenartige Anwendung desselben ebenfalls verschwunden. MOHS hat ihn als Ordnungsnamen derjenigen Abtheilung gerettet, welche jene Spezies enthält.

2. Namen nach allgemeinen naturhistorischen Aehnlichkeiten.

Dahin gehören Kryolith, Eisstein, Kerat, Hornähnlich, Chrysolith, Goldstein, Chrysoberyll, Goldberyll, Botryogen, Traubenbilder, Sphärulit, Kügelchenstein, Perlit, Perlstein, Margarit, Perlenähnlich, Steatit, Speckähnlich, u. s. w.

3. Namen nach einzelnen Eigenschaften.

1. Naturhistorische. Leuzit, Kyanit, Chlorit, Skorodit, Erythrin, Rhodonit, griechische von der weissen, blauen, grünen, rothen Farbe; Albit, Cölestin, Mellit, Rutil, lateinische von der weissen, blauen, gelben, rothen Farbe; Baryt von der Schwere; Stilbit, Augit vom Glanze; Diamant, ἄδαμας unbezwinglich von der Härte; Euklas, Apophyllit von der leichten Theilbarkeit; Analzim, Disthen von der Elektrizität, Anatas von der spitzigen Pyramide, Anorthit von der schiefwinkligen Krystallisation, Staurolith von der Zwillingsbildung.

2. Chemische. Eudialyt, Eulytin von der leichten Schmelzbarkeit, Skolezit, vom wurmförmigen Zusammenbiegen, Diaspor, vom Zerspringen vor dem Löthrohr, Pyrosmalith vom Geruche, Pyromorphit vom Krystallisiren, Pyrochlor vom Gelbwerden, unter denselben Umständen. GLOCKER's Pyrargyrit für Rothgiltigerz bezieht sich auf Farbe und Silbergehalt, Pyrolusit auf die Entfärbung eisen- und kohlenhaltigen Glases, Scheelit, Tantalit, Uranit, Chalkolith, Sodalith, Magnesit auf den Gehalt.

3. Allgemeine. Amphibol, zweifelhaft, doppelten Ansichten entsprechend; Apatit, betrüglich; Aeschynit, dessen man sich schämt; Phenakit der Lügner; Paragonit, täuschend; Digenit mit zweierlei Bestandtheilen. Dergleichen Namen passen wohl auf jede Spezies des Mineralreiches, denn bei welchen treffen nicht Umstände ein, welche die Etymologie ungezwungen bestätigen.

Den Axinit benannte Haüy nach der Hackenschneideform, den Sphen nach der Keilform der Krystalle, beides gut. Hätte er es gerade umgekehrt gemacht, so war es eben auch so gut. Den Amblygonit benannte Breithaupt gut nach dem stumpfen Winkel, er hätte zum Namen eben so gut den scharfen Nebenwinkel wählen können.

4. Namen nach Lokalitäten.

Der Fundort besonderer Mineralspezies ist längst Veranlassung gewesen, um Namen daraus zu bilden. Als uraltes Beispiel gilt uns Chalcedon. Neuere sind Andalusit, Aragon, Strontianit, Atakamit, Labrador und andere. Haüy fand einen Pleonasmus darin, wenn man sagen wollte, Vesuvian vom Vesuv, einen Widerspruch, wenn es hiesse, Vesuvian aus Sibirien, und schlug für die Spezies den Namen Idokras vor, der Analogie mit den Formen anderer Spezies andeutet, eigentlich also einen weniger guten, denn anstatt etwas Bestimmtem soll man sich mit Verhältnissen begnügen. Uebrigens ist der Name doch einfach, und daher angenommen worden, hätte er auch gar Nichts bedeutet. Lokalitätsnamen sind im Ganzen nicht unvortheilhaft, weil sie die Erinnerung an den ersten, oder an einen vorzüglichen Fundort der Spezies festhalten.

5. Namen nach Personen.

Uraltem Gebrauche huldigend, setzen wir als eine Hauptquelle die Namen von Personen, theils von Gelehrten, theils von Gönnern und Förderern der Wissenschaft. Wenige Ausnahmen abgerechnet, hat man nach lebenden Personen benannt, und dadurch schicklich die Zeit des Hauptfortschritts der Wissenschaft bezeichnet. Wer möchte nicht gerne die Namen Wernerit, Haüyn im Gebrauche erhalten und für den Mohsit eine ge-

nauere Beschreibung wünschen. Und doch, so wie Haüy den Namen nach Lokalitäten nicht gewogen war, ebenso haben auch die Personennamen ihre Feinde, wenn sie auch als Hauptgrund dagegen oft nichts besseres angeben können, als dass sie denselben eben abhold sind. Breithaupt hat zur Unterdrückung der Personennamen so manchen, übrigens guten, schätzbaren Namen als Synonym verschwendet, der für Spezies anwendbar gewesen wäre, die noch keinen Namen haben, aber nun weder bei den einen, noch bei den andern der Wissenschaft nützlich wird.

Um die hier aufgestellten Prinzipien doch mit einiger Konsequenz zu befolgen, war ich genöthigt, eine nicht unbedeutende Anzahl von spezifischen Namen, theils aus den französischen von Beudant umzustalten, theils ganz neu zu bilden, wo kein einfacher Name aufzufinden war, oder von jenen so wenig passend schien, dass ich es noch leichter wagen durfte, einen neugebildeten vorzuschlagen, als jene zu unterstützen. Es bleibt immer misslich, mit einer solchen Menge von Namen auf einmal die ohnedem durch so viele Synonyme überreiche mineralogische Nomenklatur noch zu vermehren. Doch scheint mir, dass ich dabei eigentlich nicht mehr aus freier Wahl handeln, sondern dasjenige möglichst zu befördern suchen muss, was den entwickelten Grundsätzen gemäss der Naturgeschichte als Aufgabe gestellt ist.

Ich befolgte dabei den Grundsatz Linné's für die Bildung von Geschlechtsnamen in der Botanik: *Antiquum nomen antiquo generi convenit.* Die altbekannten Fundorte, alte Namen modifizirt, die Entdecker oder Beschreiber, wenn auch nicht mehr am Leben, der chemische, einfache vorzüglich Metallgehalt, gaben die Stammsylben.

So glaube ich aus *Sal mirabile Glauberi* den Namen Mirabilit dem Beudantischen *Exanthalose* vorziehen zu dürfen, da er der uralte, nur etwas modernisirte Name der Spezies ist. Glauberit war schon längst für eine Spezies aus der Ordnung der Salze verbraucht worden. Eben so zog ich den Namen Arcanit, von dem ebenfalls uralten *Arcanum duplicatum*, dem neuen Beudantischen *Aphthalose* vor. Die mehr poetische Etymologie nach Verhältnissen und Eigenschaften, wobei der Phantasie viel

Spielraum gelassen ist, sollte billig auf ganz neue Spezies beschränkt bleiben.

Die anonymen Spezies, *Autre* oder *Sans nom* von BEUDANT verdienen gänzlich vermieden zu werden.

Wenn aber auch die spezifische Nomenklatur möglichst berücksichtigt wurde, so schien es gerathener zu seyn, die systematische Nomenklatur einstweilen nicht weiter zu vermehren. Jede einzelne Aenderung des Systemes würde eine Aenderung einer Reihe von Namen und Benennungen hervorbringen. Besser ist es künftigen systematischen Nomenklatoren dadurch vorzuarbeiten, dass doch jede einzelne Spezies ihren eigenen einfachen Namen besitzt.

Zu den spezifischen Namen wurde in den meisten Fällen der Name des Autors der den Namen vorschlug, hinzugesetzt. Nicht immer ist diess zugleich der Entdecker oder erste Beschreiber der Spezies. So ist für das axotome Eisenerz von MOHS der unter den vielen vorgeschlagenen Namen wohlklingendste Ilmenit von KUPFFER gewählt, während MOHS der Spezies durch Aufnahme in sein System nach den salzburger und olahpiauer Varietäten Anerkennung gab, und ich unter schwierigen Verhältnissen die höchst eigenthümliche Krystallsymmetrie erkannte. Der Mengit G. ROSE's war von BROOKE Ilmenit, der Monazit BREITHAUPT's von BROOKE Mengit genannt worden. Die bekanntesten alten Namen stehen oft ohne weitere Authorität da, höchstens ist noch WERNER als Gewährsmann genannt. Sodann sind noch die gebräuchlichsten Synonyme aufgezählt. Sehr viele Namen der ältern Synonymie habe ich übergangen; auch viele von den neuern, die bisher kein Glück gemacht haben, glaubte ich ohne Schaden auslassen zu können. Eine vollständige Synonymie bleibt für einen beschreibenden Theil der Mineralogie vorbehalten. Alles wurde hier nur so weit berücksichtigt, um dem Anfänger keinen Zweifel zu lassen, wovon die Rede sey, wenn er sich in den physiographischen Werken über Mineralogie, z. B. dem von ZIPPE bearbeiteten zweiten Theile des MOHSischen Werkes weiter umsehen will. Als Vervollständigung des interessantesten Theiles der Synonymie ist auch die chemische Formel zur Uebersicht mit aufgeführt.

Die neuen vorgeschlagenen Namen sind übrigens in diesem Werke selbst noch so wenig als möglich angewendet, da ich

sie nicht als bekannt voraussetzen durfte, und das meiste doch an der Deutlichkeit gelegen ist.

Auf einem der einer alten Spezies beigelegten neuen Namen wünsche ich hier noch besonders die Aufmerksamkeit der Mineralogen festzuhalten. Es ist der Name **S t e p h a n i t**, Seiner kaiserlichen Hoheit unserem durchlauchtigsten Erzherzog Stephan geweiht, für den prismatischen Melanglanz von Mohs, einen Theil des Wernerischen Sprödglaserzes. Die Spezies besitzt zusammengesetzte Namen, Trivialnamen genug, aber keinen einzelnen spezifischen Namen, ausser dem Beudantischen *Psaturose*, den wir Deutsche doch nicht als gut bezeichnen können. Wenn ich aber insbesondere diese schöne, und in unserem eigenen Lande sogar technisch wichtige Spezies für den Namen wählen durfte, so glaube ich, mir dazu durch die vor mehr als zwanzig Jahren vollendete krystallographische Bestimmung derselben, wie sie in Mohs Werken enthalten ist, einigen Anspruch erworben zu haben, und ich wünsche dabei die Erinnerung an die Fundorte ausgezeichneter Krystalle, Przibram und Ratieborzitz, festzuhalten, in dem Lande, das eben jezt den hohen, kenntnissreichen Gönner als seinen Chef verehrt.

153. Trivielle Nomenklatur.

Manche einzelne Varietäten der entweder systematisch oder spezifisch benannten naturhistorischen Spezies führen aus alter Zeit selbst Namen und Benennungen, wie Amethyst, Morion, Katzenauge, Feuerstein, Stinkstein, rother Glaskopf, Bleischweif u. s. w. Man nennt sie **T r i v i a l n a m e n**, und sie sind auch oft provinziell, wie Weichgewächs, Röschgewächs, Rohwand, Rosszahn, Wandstein und andere. Ihre Kenntniss ist immer schätzbar, vorzüglich wenn sie in technischer Beziehung wichtige Varietäten bezeichnen. Nach den Trivialnamen aber die Spezies eintheilen, sie konsequent kontrastiren wollen, ist nicht wissenschaftliche Aufgabe der Naturgeschichte, weil die Namen nur einzelnen Punkten einer Reihe angehören, die nicht unterbrochen werden kann, denn sonst würde das Aggregat der Varietäten nicht dem Begriffe einer Spezies entsprechen.

VIERTES HAUPTSTÜCK.

CHARAKTERISTIK.

154. Inhalt.

Ein Mineral bestimmen heisst vermittelst eines Aggregates von Charakteren, welche in der Ordnung des Mineralsystemes aneinander gereiht sind, und von welchen jeder einen systematischen Namen oder Benennung trägt, durch Vergleichung mit den untersuchten Eigenschaften desselben die Stelle auffinden, welche es im Systeme einnimmt. *Nomen ex charactere.* Linné.

Der Inbegriff aller Charaktere, die erforderlich sind, um den ganzen Inhalt des Mineralreiches gehörig von einander zu unterscheiden, ist die Charakteristik.

Jede einzelne Eigenschaft, oder jeder Inbegriff von Eigenschaften, als Merkmale, an welchen man die Spezies innerhalb eines Geschlechtes, die Geschlechter innerhalb einer Ordnung, die Ordnungen innerhalb einer Klasse, endlich die Klassen von einander unterscheidet, heisst ein Charakter.

155. Charaktere.

Das Mineralsystem ist vollendet, jede Einheit desselben benannt, dann erst wird die Charakteristik entworfen. Diess bezieht sich nur auf ein synthetisches oder sogenanntes natürliches System, in welchem nach der Bestimmung der Spezies, diese Einheiten nach ihrer naturhistorischen Total-Aehnlichkeit erst zusammengestellt werden, bevor man daran geht, die Eigenschaften aufzusuchen, die man als Unterscheidungsmerkmale oder Charaktere zwischen denselben anwenden kann. Aus diesem Umstande folgt, dass es oft sehr schwer ist, genaue Charaktere für das System zu entwerfen. Man hat daher häufig vorgezogen, einzelne Charaktere auszuwählen und nach denselben durch nähere Bestimmungen vermittelst anderer Charaktere in einer fortgesetz-

ten Unterabtheilung die Produkte des Mineralreiches zu unterscheiden, bis man zu der Spezies gelangt. Der einfachste Fall, so wie ihn NECKER ausgeführt hat, geschieht durch Gegensätze, und bringt eine wahre Dichotomie hervor, was man gewöhnlich ein künstliches System nennt. NECKER's Charaktere sind übrigens grösstentheils chemisch. In den meisten chemischen Systemen sind für die höreren Stufen nicht die mineralogischen Spezies, sondern einer oder der anderen in denselben enthaltenen Stoffe charakterisirt, so wie sie auch klassifizirt sind. Am schwierigsten ist es Charaktere für die Ordnungen eines synthetischen Systemes aufzufinden, und diese haben daher in der MOHSischen Charakteristik auch die ansehnlichste Länge annehmen müssen.

Charaktere müssen so kurz als möglich seyn. *Character quo brevior, eo etiam praestantior est.* LINNÉ. Sie sollen aber auch so gleichförmig als möglich seyn, beides um die Uebersicht, und daher auch die Vergleichung der Eigenschaften eines fraglichen Individuums mit denselben zu erleichtern. Sie sollten kein überflüssiges, auch kein unbestimmtes oder zweideutiges Wort enthalten, auch keine wörtliche Ausnahme.

Die Charaktere sind entweder unbedingt, und bestehen dann aus der Angabe einer einzigen Eigenschaft, z. B. bei dem Charakter der ersten Klasse: Gewicht unter 3·8, oder sie sind bedingt, und erhalten dann eine eigenthümliche Einrichtung. So ist in dem Charakter derselben Klasse, fest: geschmackerregend ein bedingter Charakter, in welchem nur unter der Bedingung des Geschmackerregens die Festigkeit stattfinden kann. Er will sagen: Wenn das Mineral fest ist, so erregt es Geschmack, wenn es in die erste Klasse gehören soll. Sobald die Bedingung fest eintritt, muss auch das Bedingte geschmackerregend wahrzunehmen seyn. Die Eigenschaft Geschmack zu erregen, ist also nur dann ein Charakter oder Unterscheidungsmerkmal, wenn das Mineral fest ist. Die Bedingung wird vor den bedingten Charakter gesetzt und durch einen Doppelpunkt unterschieden.

Jeder Charakter muss nach dem Buchstaben genommen und nichts anderes darin gesucht werden, als was er wirklich sagt, daher ist er auch kurz und klar.

Die Charakteristik enthält alle zur Unterscheidung der vorkommenden Individuen nöthigen Merkmale. Aber die Individuen selbst zeigen sich oft in der einen oder der anderen Eigenschaft mangelhaft, indem sie nicht allemal eine jede Eigenschaft an sich tragen, die der Spezies eigenthümlich ist, wie etwa die Krystaligestalten. Daher enthalten die Charaktere manchmal mehr Eigenschaften, als zur Unterscheidung absolut nothwendig sind, und welche dann überflüssig erscheinen. Der Gleichförmigkeit wegen sind sie dennoch wünschenswerth.

Die Charaktere der Spezies enthalten jederzeit drei Merkmale, die Form, die Härte und das eigenthümliche Gewicht, nebst einer oder der andern Eigenschaft, wie Farbe, Strich, Metallglanz u. s. w., welche erforderlich erscheinen. Von der Form wird das Krystallsystem angegeben, nebst den eigenthümlichen Abtheilungen, welche die Hemiedrie, oder die Tetartoedrie hervorbringt. Die Winkelmaasse oder Abmessungen der Formen zur Bestimmung der Krystalireihen sind diejenigen, welche man an möglichst vielen Varietäten der Spezies beobachten kann, insbesondere jene, die sich auf Theilungsgestalten beziehen. Die Härte und das eigenthümliche Gewicht werden durch die Buchstaben H und G angedeutet und durch Zahlen ausgedrückt, so wie sie in dem Hauptstücke der Terminologie §. 131 und 132 erläutert wurden.

In den Charakteren der Geschlechter kommen die Krystallsysteme, Härte und Gewicht vornehmlich vor, nebst andern zur Unterscheidung nothwendigen Merkmalen. Auch erscheinen hier hin und wieder zum ersten Male bedingte Charaktere, die in den Charakteren der Spezies nicht vorkommen können.

Noch mehrere bedingte Charaktere sind in den Ordnungen anzutreffen. Sie sind hier so vielfach in Anwendung, dass es Mohs nothwendig geschienen, sie selbst in ihrer Folge nach den Krystallsystemen und dem Zustande der Amorphie zu ordnen. Die Charaktere erscheinen dadurch allerdings länger, als die früher von Mohs angewendeten, aber ihr Gebrauch wird eigentlich doch vereinfacht, da man beim Bestimmen der Mineralien in praxi meistens die Form erkennen kann.

Uebrigens ist nicht zu vergessen, dass der Gebrauch der Charakteristik für den Anfänger bestimmt ist, der eben durch den

Gebrauch derselben bald dahin gelangt, ihrer entbehren und unmittelbar neu vorkommende Varietäten mit denjenigen Spezies vergleichen zu können, welchen sie am ähnlichsten sind. Nebst diesem Gebrauche stellt die Charakteristik die Uebersicht des Systemes vor, welches sonst in der Systematik hätte gegeben werden müssen.

Ich stehe nicht an, die Charakteristik, wie sie in MOHS „leichtfasslichen Anfangsgründen" I., p. 417 beginnt, mit geringen Veränderungen, wie sie etwa hin und wieder neuere Bestimmungen nothwendig machten, anzunehmen. Die neueingeordneten Spezies sind in die höhern Charaktere, der Genera und der Ordnungen, nicht mit aufgenommen. In dem Systeme, in der Uebersicht sollen sie nicht fehlen, denn die Zusammenstellung und die Charakterisirung ist zweierlei, und auch für die erste musste gesorgt werden. Was aber den wirklichen Gebrauch der Charakteristik zur Bestimmung vorkommender Mineralien betrifft, so wird man selbst in der ersten Charakteristik von 1820 ein schätzbares Hülfsmittel finden, indem sie doch die meisten und wichtigsten der Spezies enthält, besonders wenn man den dortigen Angaben die richtigen neuern substituiren würde. Um so brauchbarer ist die letzte hier gegebene Charakteristik.

Der allergrösste Theil der eingeordneten Spezies ist so unvollständig bekannt, dass an eine wirkliche Charakterisirung zum Behuf der unabhängigen Unterscheidung von andern Körpern gar nicht zu denken ist, daher ich denn auch bei diesen durch Angabe des Autors und des Fundorts nebst den chemischen Formeln, doch einiges als Erinnerung mit beizubringen suchte.

156. DAS BESTIMMEN.

Der Zweck der Charakteristik ist, wie mehrmals erwähnt wurde, den Namen des Minerals zu finden, wenn man die naturhistorische Beschaffenheit desselben kennt. Der Prozess der Vergleichung der gefundenen Eigenschaften mit den Charakteren heisst das Bestimmen. Man verfährt damit, wie folgt. Zuerst entwirft man ein vollständiges Studium des zu bestimmenden Minerales, eine Beschreibung desselben nach Form, Härte, Gewicht, Farbe, Strich, Glanz, und andern Eigenschaften. Oft genügt das Allge-

meine der Form, aber Niemand wird je Mineraloge werden, dem das Wenige hinreichend scheint, was für den Gebrauch der Charakteristik unvermeidlich ist. Nur dem emsigen Forscher erschliesst sich die Natur. LINNÉ sagt in einem ähnlichen Falle: *Verus botanicus oculis propriis, quae singularia sunt, observat.* Um das von MOHS gewählte Beispiel zur Bestimmung beizubehalten, sey ein Mineral gegeben, dessen

„Form pyramidal. Kombination P. ∞P′. ∞P, eine Pyramide mit „beiden quadratischen Prismen. Der Winkel an der Axenkante von „P durch das Reflexionsgonyometer nahe 132° 53′. Theilbarkeit „in Spuren nach beiden Prismen. Farbe schwärzlichbraun. Strich „ungefärbt. Diamantglanz. Härte = 6·5. Gewicht = 6·960."

Es wird verlangt die Spezies desselben zu bestimmen.

Man vergleicht nun die Eigenschaften desselben, so wie man sie gefunden und in der Beschreibung niedergelegt hat, zuerst mit den Charakteren der Klassen. Von der ersten und dritten Klasse ausgeschlossen stimmt das Gewicht über 1·8 und die Geschmacklosigkeit mit der zweiten Klasse.

Das Mineral gehört in die zweite Klasse.

Nun werden die Eigenschaften mit den Ordnungscharakteren der zweiten Klasse verglichen. Hier finden sich von den Haloiden bis einschliesslich zu den Gemmen Härte oder Gewicht oder beide zu gross. Mit den Erzen stimmen beide, indem das Gewicht zwischen die Grenzen 3·4 und 8·0, und die Härte zwischen die Grenzen 2·0 und 7·0 fällt. Auch die übrigen unbedingten Charaktere stimmen. Das Ansehen ist nicht metallisch, der Strich weder grün noch blau.

Von den bedingten Charakteren trifft das Mineral nur eine Abtheilung, die der pyramidalen Erze. In dem ersten derselben fällt das Gewicht und die Härte zwischen die angegebenen engeren Grenzen, 3·8 bis 7·1 und 5·0 bis 7·0. Der auf das in Rede stehende Mineral eigens zielende Charakter Pyramidal, H. = 6·0 und mehr; Strich ungefärbt: G. = 5·8 und mehr, schliesst dasselbe unzweifelhaft ein.

Das Mineral gehört in die eilfte Ordnung. Es ist ein Erz.

Zum Ueberflusse kann man noch die nachfolgenden Ordnungen vergleichen, findet aber bei den Metallen, Kiesen und

Glanzen nur Metallglanz, bei den Blenden und Schwefeln viel geringere Härte, anderer Merkmale noch nicht einmal zu gedenken.

Nun vergleicht man die Charaktere der Geschlechter aus der Ordnung der Erze. Bei den drei ersten Geschlechtern: Titanerz, Zinkerz und Kupfererz reichen die Grenzen der Härte und des Gewichtes nicht hoch genug, um das Erz aufzunehmen, welches zur Bestimmung gegeben ist. Aber die Charaktere des vierten Geschlechtes Zinnerz stimmen vollständig überein. Die Form ist nämlich pyramidal, der Strich nicht schwarz, H. zwischen 6·0 und 7·0, G. zwischen 6·3 und 7·1.

Das gegebene Mineral ist ein Zinnerz.

Dieses Geschlecht enthält nur eine einzige Spezies, deren übrige Verhältnisse genau mit den untersuchten Eigenschaften des gegebenen Minerales übereinstimmen. Dieses ist also pyramidales Zinnerz. Als spezifischen Namen findet man beigefügt den von Beudant vorgeschlagenen Namen Kassiterit, und zur Erklärung Zinnstein, da ersterer als einfacher Name empfehlenswerth, doch noch nicht allgemein angenommen ist.

Die Bestimmung der Spezies ist durch diesen Prozess vollendet.

Eine weitere Vergleichung der übrigen Geschlechtscharaktere bestätigt die Bestimmung, denn keines hat ungefärbten Strich, als das Cererz, dessen Härte nur = 5·5, das Gewicht unter 5·0 ist und das Melanerz, dessen Gewicht 5·9 nicht übersteigt.

Es ist möglich, dass man durch das Verfahren der Bestimmung ein Mineral in ein Geschlecht, aber in keine Spezies gebracht hat, es ist dann unvollständig bestimmt. Der Anfänger mag sich damit begnügen, so lange ihm der gehörige Ueberblick fehlt, weiter zu forschen. Der Meister kann beurtheilen, ob ausserwesentliche Hindernisse statt fanden, oder ob die Schwierigkeit daher rührte, dass der Gegenstand ein Individuum aus einer neuen Spezies war.

157. Mittelbare Bestimmung.

Es gibt eine Menge Varietäten von Mineralien, die sich vermittelst der Charakteristik nicht bestimmen lassen, und diess sind

vorzüglich solche, an welchen die regelmässige Form nicht erkannt werden kann. Dennoch können mehrere derselben durch eine eigenthümliche Betrachtung mit unmittelbar bestimmbaren Mineralien in Verbindnng gebracht werden, aus welcher mit vollkommener Evidenz hervorgeht, zu welcher der in der Charakteristik enthaltenen Spezies sie gehören. Das Verfahren hat einige Analogie mit dem des Botanikers, der eine nicht blühende Pflanze weder bestimmt, noch charakterisirt, sondern ihre Blüthezeit abwartet. Der Anfänger in der Botanik bestimmt aber nur blühende Pflanzen. Dasselbe ist dem Anfänger in der Mineralogie anzurathen, er bestimme nur krystallisirte oder theilbare Mineralien, denn das Letztere ist ja der innere Ausdruck der äussern Gestaltung. Warten kann der Mineraloge nicht, bis ein Mineral krystallisirt, aber er kann die Varietäten aus dem vollkommensten Zustande der Krystallisation durch die verschiedensten Grössen der Individuen verfolgen, bis sie keine Spur von Form mehr zeigen, und doch dabei versichert seyn, dass er ein und dasselbe Mineral vor sich hat. Sehr treffend sagt Mohs, dass der Mineraloge die Reihe der Zustände betrachten müsse, wie sie neben einander vorkommen, da er sie nicht wie der Botaniker nach einander sich entwickelnd abwarten kann *). Von dem unmittelbar nicht bestimmbaren Minerale ausgehend, dessen Eigenschaften man jedoch mit möglichster Schärfe untersucht, und daraus eine Beschreibung entworfen hat, sucht man ein anderes, welches mit demselben übrigens in Allem übereinstimmend, nur die noch fehlenden Eigenschaften deutlicher zeigt. Oft gelingt diess und man gelangt durch eine Reihe von Varietäten zu einer solchen, welche die unmittelbare Bestimmung erlaubt. So kann man leicht von dem gänzlich dichten Kalkstein bis zu solchen Varietäten gelangen, welche Form, sey es von Krystallen oder Theilungsgestalten zeigt. Die Grade der Härte, die des eigenthümlichen Gewichtes stimmen überein, auch andere beobachtbare Eigenschaften. Eine solche Varietät lässt sich dann durch die Charakteristik unmittelbar bestimmen, wir finden die Mohsische systematische Benennung Rhomboedrisches Kalkhaloid, als spe-

*) Leichtfassliche Anfangsgründe. I., p. 413.

zifischen Namen K a l z i t, nebst den gebräuchlichen Namen und Benennungen der Varietäten: Kalkspath, Kalkstein, Anthrakolith, Kreide, Bergmilch, die letztern zwei nur durch mittelbare Bestimmung mit den erstern vereinigt, und noch mehreren anderen. So wie der Mineraloge hier die zusammengesetzte Varietät durch die einfache bestimmt, eben so sucht der Botaniker den Baum des Waldes, das Gras der Wiese, der Zoologe das kleinste der Infusorien einzeln heraus, um es selbstständig zu bestimmen.

158. Chemische Bestimmung.

Es gibt viele Mineralien, die in der Systematik als unbestimmbar in die Anhänge §. 148 verwiesen und von welchen gezeigt wurde, dass ihre Bestimmung als chemisch-mineralogische Spezies eben so unsicher sey, als die rein-mineralogische nach naturhistorischen Grundsätzen, denn wo man keine Begriffe abgrenzen kann, da lässt sich auch nichts subsummiren, und alles Streben nach festen Bestimmungen entbehrt der Evidenz. Aber diese Körper sind nichts destoweniger wichtig für den Mineralogen selbst, damit er das Bestehen und Vorkommen der wirklichen Spezies beurtheilen könne, für den Geognosten, der daraus einen grossen Theil der Erde anfbaut, für den Techniker, der so vielartige Bedürfnisse des Menschen zu befriedigen hat. Die chemischen Erscheinungen sind es, welche hier einen Fingerzeig zu geben im Stande sind, wenn man auch nie vergessen soll, dass man die Versuche nicht von dem mineralogischen, sondern von dem chemischen Gesichtspunkte unternimmt. Nicht chemische Mineralogie, die wahre w i s s e n s c h a f t l i c h e C h e m i e ist es, welche uns über die Zusammensetzung der Spezies des Mineralreiches, und der dieselben bildenden Individuen aufklärt.

Auch dem rein-naturhistorischen Mineralogen ist die chemische Kenntniss der Mineralkörper unentbehrlich, ja man kann ohne einige Kenntniss der Chemie nur wenig Fortschritte in der Uebersicht der so wichtigen und interessanten Beziehungen der Mineralspezies gegen einander machen. Das Studium der Chemie bildet daher eine höchst wichtige Aufgabe auch für den Mineralogen. Aber es ist so ausgedehnt, dass von den Mitteln, deren

man sich gewöhnlich für Bestimmung in einzelnen Fällen bedient, hier nicht im Allgemeinen die Rede seyn kann. Billig wird dagegen das Hauptsächlichste in dem physiographischen Theile, in der beschreibenden Mineralogie, den Schematen der Spezies erwähnt, indem man die chemische Vorbildung voraussetzt. Jeder Mineraloge sollte im Besitze eines guten Löthrohrapparates, und mit dem Gebrauche desselben vertraut seyn, so wie er von Berzelius und seinen Nachfolgern angewendet und verfeinert worden ist. Dem Montanistiker sind insbesondere Plattner's dozimatische Untersuchungen wichtig. Physik, Chemie, Naturgeschichte reichen sich überall in der Erforschung des Unergründlichen die Hand, darf doch selbst der botanische und zoologische Systematiker ohne Kenntnisse der ersteren beiden sich nicht mehr an das physiologische Studium wagen, welches ihn die Körper begreifen lehrt, deren Klassifikation seine Aufgabe bildet.

159. Die Charakteristik oder die Charaktere der Klassen, Ordnungen, Geschlechter und Spezies.

I. *Charaktere der Klassen.*

I. Akrogenide. G. unter 3·8. Kein bituminöser Geruch. Fest: geschmackerregend.

II. Geogenide. G. über 1·8. Geschmacklos.

III. Phytogenide. G. unter 1·8. Flüssig: bituminöser Geruch. Fest: geschmacklos.

II. *Charaktere der Ordnungen.*

Erste Klasse: Akrogenide.

I. Gase. Expansibel. G. = 0·0001...0·0014. Nicht sauer.

II. Wasser. Tropfbar. G. = 1·0. Ohne Geruch und Geschmack.

III. Säuren. Expansibel. Flüssig. Fest. G. = 0·0018...3·7. Geschmack sauer, süsslich.

IV. Salze. Fest. H. = 1·0...3·5. G. = 1·4...3·2. Geschmack, nicht sauer.

Zweite Klasse: Geogenide.

I. Haloide. Nicht metallisch. Theilbarkeit, nicht ausgezeichnet axotom; dünne Blättchen nicht elastisch. Strich, ungefärbt, roth, blau. H. = 1·5...5·0. G. = 1·9...3·3. Tessularisch: H. = 4·0, G. = 3·0...3·3. Rhomboedrisch: H. = 3·5 und mehr, G. = 2·5...3·3. Axotom: H. = 3·5 und mehr. G. = 2·8 und weniger. Paratom: G. = 3·2 und weniger. Peritom: G. = 2·4 und weniger, oder 2·7 und mehr. H. = 5·0: G. = 3·0 und mehr. Orthotyp: H. = 2·0...4·0, oder = 5·0, G. = 2·3...2·4, oder 2·7...3·2. H. = 3·0 und weniger: Theilbarkeit monotom, oder deutlich in drei rechtwinkligen Richtungen. H. = 5·0: G. = 2·9...3·0. Theilbarkeit unvollkommen, Farbe, nicht blau, keine Farbenzeichnung. Augitisch: H. = 1·5...2·5, G. = 1·9...2·4 oder 2·6...3·1. G. = 2·0 und mehr: vollkommen theilbar.

II. Baryte. Nicht metallisch. Kein metallähnlicher Perlmutterglanz. Strich, ungefärbt, lichtbraun, oraniengelb. H. = 2·0...5·5. G. = 3·3...8·1. Rhomboedrisch: H. = 3·5...5·5, G. = 3·3...4·5. oder 6·9...7·3. H. = 5·0 und mehr: G. = 4·0 und mehr. Pyramidal: H. = 3·0...5·0., G. = 3·4...4·6 oder 6·0...8·1. Orthotyp: H. = 2·5...3·5 oder 4·5...5·5, G. = 3·3...4.7 oder 5·5...7·1. Strich, nicht gelb, nicht braun. H. = 5·0...5·5: Theilbarkeit, diprismatisch oder drei rechtwinklige Richtungen von ungleicher Vollkommenheit. Farbe, nicht roth. Augitisch: H. = 2·0...2·5 oder 4·0, G. = 3·6...3·7 oder 6·0...7·0. Strich, oraniengelb: G. = 6·0 und mehr.

III. Kerate. Nicht metallisch. Strich, ungefärbt. H. = 1·0...2·0, G. = 5·5...6·5. Tessularisch: H. = 1·0...1·5, G. = 5·5...5·6. Pyramidal: H. = 1·0...2·0, G. = 6·4...6·5.

IV. Malachite. Nicht metallisch. Farbe, blau, grün, braun, gelb. Strich, blau, grün, braun. H. = 1·0...5·0, G. = 2·5...5·8. Tessularisch: H. = 2·5, G. = 2·9...3·0. Rhomboedrisch: H. = 2·0 oder 5·0, G. = 2·5...2·6 oder 3·2...3·4. Paratom: H. = 5·0. Axotom: G. = 2·6 und weniger. Pyramidal: H. = 2·0...2·5, G. = 3·0...3·5. Orthotyp: H. = 1·0...2·5 oder 3·0... 4·0 oder 4·5...5·0, G. = 2·8...4·6. Strich, braun: H. = 2·5...3·0, Blättchen, biegsam: G. = 3·0 und mehr. Augitisch: H. = 2·5...4·0 oder 5·0, G. = 3·6...4·3 oder 5·3...5·8.

V. Allophane. Nicht metallisch. Strich, ungefärbt, gelb, braun, schwarz. H. = 2·0...4·0, G. = 1·8...3·2. Prismenähnliche, undeutliche Gestalten: H. = 2·0...2·5, G. = 2·1...2·3, Farbe und Strich schwarz, sonst amorph. Strich, ungefärbt: G. = 2·2 und weniger. Farbe, nicht gelb. Strich, gelb: G. = 2·4. Strich, braun: H. = 4·0. Strich, schwarz: H. = 3·5.

VI. Graphite. Metallisch, nicht metallisch. Strich, schwarz, braun. Glanz im Striche. H. = 0·5...2·0, G. = 1·8...3·7. Rhomboedrisch: H. = 1·0...2·0, G. = 1·8...2·1, metallisch. Amorph: H. = 0·5...1·5, G. = 2·2...3·7. Strich, braun: H. = 1·0 und weniger. Strich, schwarz: G. = 2·2 und weniger.

VII. Steatite. Nicht metallisch. Strich, ungefärbt. H. = 1·5...4·0, G. = 2·47...30. Rhomboedrisch: H. = 2·0...2·5, G. = 2·6...2·9. Theilbarkeit, undeutlich. Orthotyp: H. = 2·0...3·0 oder 4·0, G. = 2·5...2·7. Theilbarkeit, deutlich: G. = 2·7 und weniger. Augitisch: H. = 2·5...3·0, G. = 2·4...2·5. Blättchen, nicht biegsam. Anorthisch: H. = 3·5...4·0, G. 2·5...2·6. Kein Perimutterglanz. Amorph: H. = 1·5 oder 3·0, G. = 2·6...3·0. Fettig anzufühlen.

VIII. Glimmer. Nicht metallisch. Theilbarkeit, axotom, ausgezeichnet. Strich, ungefärbt, grün. H. = 1·0...4·5, G. = 2·3...3·4. Rhomboedrisch: H. = 2·0...2·5 oder 4·0...4·5, G. = 2·3...2·4, oder 2·8...3·4. H. = 2·5 und weniger. Blättchen, biegsam oder elastisch. Strich, nicht grün, oder G. = 3·3 und mehr. Orthotyp: H. = 1·0...1·5, G. = 2·7...2·8, Blättchen biegsam. Augitisch: H. = 2·0...2·5 oder 3·0...4·5, G. = 2·8...3·1. H. = 3·0 und mehr: G. = 3·0 und mehr, kein metallähnlicher Perimutterglanz. Strich, nicht grün.

IX. Spathe. Nicht metallisch. Strich, ungefärbt, röthlichbraun, blau. H. = 2·5...7·0, G. = 2·0...3·7. Tessularisch: H. = 5·0...6·0, G. = 2·0...2·5. Rhomboedrisch: H. = 4·0...6·0, G. = 2·0...2·9; H. = 4·5 und weniger, G. = 2·2 und weniger. Pyramidal: H. = 4·0...6·0, G. = 2·0...3·0. Orthotyp: H. = 3·5...7·0, G. = 2·0...2·5 oder 2·8...3·7; H. = 3·5...4·0: G. = 2·0...2·2; H. = 5·0 und mehr: G. unter 3·6, nicht diprismatisch, nicht nach drei senkrechten Richtungen theilbar. Strich, nicht braun, oder Farbe roth; H. = 5·0...5·5, G. = 2·9...3·0: schwarze Zeichnung im Innern der Krystalle, oder Theilbarkeit vollkommen; H. = 6·5...7·0. Theilbarkeit, eine Richtung vollkommner, ausgezeichnet; G. = 2·4

und mehr: H. = 4·5 und mehr. Augitisch: H. = 3·5...7·7, G. = 2·0...3·5. H. = 4·5 und weniger: metallähnlicher Perlmutterglanz, oder G. = 2·4 und weniger; H. = 7·0, G. = 3·2 und mehr. G. = 2·9 und mehr; H. über 6·0: monotom, ausgezeichnet. Anorthisch: H. = 3·5...7·0, G. = 2·5...2·9 oder 3·4...3·7; H. = 4·0 und weniger; oder 5·0 und mehr: Theilbarkeit, vollkommen, die erstere auch ausgezeichnet. Amorph: H. = 6·0...7·0, G. = 2·7...3·1.

X. Gemmen. Nicht metallisch. Kein metallähnlicher Diamantglanz. Strich, ungefärbt. H. = 5·5...10.0. G. = 1·9...4·2. Tessularisch: H. = 6·0...10·0, G. = 2·8...4·3. Rhomboedrisch: H. = 7·0...9·0, G. = 2·5...4·1. Pyramidal: H. = 6·5...7·5, G. = 3·3...3·4 oder 4·5...4·7. Orthotyp: H. = 6·5...8·5, G. = 2·5...2·6 oder 3·0...3·9. H. = 7·5 und weniger, kein Perlmutterglanz, keine einzelne ausgezeichnete Theilungsfläche. Augitisch: H. = 6·5...7·5, G. = 2·9...3·3. Theilb. prismatoidisch: sehr vollk., G. = 3·2 und weniger, kein Perlmutterglanz, Anorthisch: H. = 6·5...7·0, G. = 3·0...3·3. Amorph: H. = 5·5...7·0, G. = 1·9...2·4. Bruch muschlig.

XI. Erze. Metallisch, schwarz, nicht metallisch. Strich, nicht grün, nicht blau. H. = 2·0...7·0, G. = 3·4...8·0. Tessularisch: H. = 3·5...4·0 oder 5·0...6·5, G. = 4·2...6·1. Strich, nicht ungefärbt. Metallisch oder Strich, braun, schwarz: H. = 5 und mehr. Rhomboedrisch: H. = 5·0...6·5, G. = 4·4...5·3. Nicht metallisch: Strich, roth, röthlichbraun. Pyramidal: H. = 5·0...7·0, G. = 3·8...7·1. H. = 5·0: metallisch. H. = 6·0 und mehr, Strich ungefärbt: G. = 5·8 und mehr; oder = 4·0 und weniger. Orthotyp: H. = 2·0...2·5 oder 3·5...6·5, G. = 3·4... 5·5 oder 7·8...8·0. Metallisch: G. = 5·0 und weniger; oder 7·8 und mehr. Strich ungefärbt: G. = 4·0 und mehr. H. = 4·5 und weniger: G. = 4·3 und mehr, metallisch, Theilbarkeit unvollkommen, oder Strich, oraniengelb, schwärzlichbraun. Augitisch: H. = 5·0...7·0, G. = 3·4...4·3 oder = 6·3...7·4, kein Perlmutterglanz: G. = 3·7 und weniger, Strich, ungefärbt: Fett- oder Diamantglanz. Anorthisch: H. = 6·0, G. = 3·4...3·6. Theilbarkeit unvollkommen. Amorph: H. 4·5...6·0, G. = 3·6...6·6. Strich ungefärbt: G. = 4·9 und mehr.

XII. Metalle. Metallisch. Nicht bleigrau, nicht schwarz. Flüssig, fest. H. = 1·0...7·0, G. = 5·7...24·0. Tessularisch: H. = 1·0...5·0, G. = 7·4 und mehr. Farbe, grau, kupferroth: dehnbar,

G. = 8·4 und mehr. Rhomboedrisch: H. = 2·0...7·0, G. = 5·7...6·8 oder 19·0...23·0, Farbe, stahlgrau, weiss. H. = 4·0 und mehr: G. = 8·0 und mehr. G. = 5·9 und weniger: Farbe weiss. Orthotyp: H. = 3·5, G. = 8·9...10·0. Amorph, fest: H. = 2·5...3·0, G. = 8·4...8·7.

XIII. Kiese. Metallisch. Nicht bleigrau, nicht schwarz. Strich, schwarz. H. = 3·0...6·5. G. = 4·1...7·7. Tessularisch: H. = 3·0 oder 5·0...6·5, G. = 4·9...5·1 oder 6·1...6·6. H. = 3·0: Farbe kupferroth. Rhomboedrisch: H. = 3·5...4·5, G. = 4·4...4·7, Farbe gelb ins Kupferrothe fallend. Pyramidal: H. = 3·5...4·0, G. = 4·1...4·3. Farbe, gelb. Orthotyp: H. = 5·0...6·5, G. = 4·6...7·7. Nicht dehnbar. Farbe, weiss, stahlgrau, roth, speisgelb.

XIV. Glanze. Metallisch. Farbe grau, schwarz, braun. H. = 1·0...4·0, G. = 4·2...8·8. Tessularisch: H. = 2·0...4·0, G. = 4·3...8·8. Nicht dehnbar. Rhomboedrisch: H. = 1·0...3·5, G. = 4·4...8·5. Farbe, dunkelstahlgrau, eisenschwarz, oder sehr vollkommen monotom, Strich, nicht roth. Pyramidal: H. = 1·0...1·5, G. = 7·0...7·2. Orthotyp: H. = 1·0...3·0, G. = 4·2...6·8. H. = 2·0...3·0, G. = 5·5 und mehr, oder Farbe, rein bleigrau. Augitisch: H. = 2·5, G. = 5·4. Strich, schwarz oder G. = 8·0...8·3.

XV. Blenden. Metallisch, schwarz, nicht metallisch. Strich, grün, roth, braun... ungefärbt. H. = 1·0...4·0, G. = 3·9...8·2. Tessularisch: H. 3·5...4·0, G. = 3·9...4·2. Strich, nicht roth. Strich, ungefärbt: H. = 3·5 u. mehr. Strich, grün, braun: G. = 4·2 u. weniger. Rhomboedrisch: H. = 2·0...2·5, G. 5·4...5·9 od. 6·7...8·2. Strich, roth. Augitisch: H. = 1·0...2·5, G. = 4·5...5·4. Strich, dunkelroth.

XVI. Schwefel. Nicht metallisch. Farbe, roth, gelb, braun, Strich, roth, gelb, ungefärbt. H. = 1·5...2·5. G. = 1·9...3·6. Orthotyp: G. = 1·9...2·1 oder 3·4...36. Strich, ungefärbt: G. = 2·1 und weniger. Farbe, gelb. Strich, braun: Fettglanz. Augitisch: H. = 1·5...2·0, G. = 3·5...3·6. Strich, oranlengelb... morgenroth.

Dritte Klasse: Phytogenide.

I. Harze. Flüssig und fest. H. = 0·0...2·5, G. = 0·8...1·6. Pyramidal: H. = 2·0...2·5, G. = 1·4...1·6. Strich, ungefärbt. Amorph, G. = 1·2...1·4: Strich, ungefärbt. Amorph, G. = 1·4 und mehr: Strich, braun, stark glänzend.

II. Kohlen. Fest. Strich, braun, schwarz. H. = 1·0...2·5, G. = 1·2...1·6, G. = 1·4 und mehr: Strich, schwarz ohne bedeutenden Glanz.

III. Charaktere der Geschlechter und Spezies.

Erste Klasse: AKROGENIDE.

I. Ordnung. GASE.

I. HYDROGENGAS. Geruch. G. = 0·0001...0·0014.

1. Reines. Wasserstoffgeruch. G. = 0·00012.

1 H. Wasserstoffgas.

2. Empyreumatisches. Brenzlicher Geruch. G. = 0·0008.

2 H^2C. Kohlenwasserstoffgas.

3. Schwefliges. Geruch fauler Eier. G. = 0·00135.

3 HS. Schwefelwasserstoffgas.

4. Phosphoriges. Geruch fauler Fische.

4 H, P. Phosphorwasserstoffgas.

II. ATMOSPHÄRGAS. Ger.- u. geschmacklos. G. = 0·001...0·0015.

1. Reines. Wie oben.

5 N, O. Luft.

II. Ordnung. WASSER.

I. ATMOSPHÄRWASSER. Geruch- und geschmacklos.

1. Reines. Wie oben.

1 $\dot{H}$. Wasser.

III. Ordnung. SÄUREN.

I. KOHLENSÄURE. Geschmack, schwach sauer. Expansibel.

1. Gasförmige. G. = 0·0018. Geschmack, säuerlich, stechend.

1 $\ddot{C}$. Kohlensaures Gas.

II. SALZSÄURE. Geruch, safranartig. Geschmack, stark sauer. Expansibel.

1. Gasförmige. G. = 0·0023. Geruch, stechend.

2 HCl. Salzsaures Gas.

III. SCHWEFELSÄURE. G. = 0·0025...1·9. Expansibel: Geruch, schweflig. Tropfbar: Geschmack, stark sauer.

1. Gasförmige. Expansibel. G. = 0·0028.

3 $\ddot{S}$. Schwefligsaures Gas.

2. Tropfbare. Tropfbar. G. = 1·8...19.

4 $\ddot{S}$. Schwefelsäure.

IV. Boraxsäure. Fest. G. = 1·4...15.

1. Prismatische. Anorthisch. Schuppenförmig. Geschmack, säuerlich, dann bitterlich kühlend, endlich süsslich.

5 *Sassolin.* $\dddot{\bar{B}} + 3\dot{H}$. Natürliche Borsäure.

V. Arseniksäure. Fest. G. über 3·0.

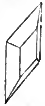
1. Oktaedrische. Tessular. Theilb., Oktaed. Geschmack, süsslich zusammenziehend, schwach. H. = 1·5. G. = 3·6...3·8.

6 *Arsenit.* H. $\dddot{A}$. Arsenige Säure.

IV. Ordnung. Salze.

I. Natronsalz. Orthotyp, augitisch. Geschmack, scharf, laugenhaft. H. = 1·9...1·5. G. = 1·4...1·6.

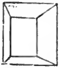
1. Hemiprismatisches. Augitisch $\frac{A}{2} = 79° 41$. Fig. 1.



$\infty\breve{A}2 = 76° 28'$. Abweichung der Axe = 3° 0' in der Ebene $\infty\bar{D}$. Fig. 1. Theilbarkeit $\frac{\breve{H}}{2} = 58° 52'$. Weniger deutlich $\infty\bar{D}$ und $\infty\breve{A}2$. H. = 1·0...1·5, G. = 1·4...1·5.

1 *Natron.* $\dot{Na}\ddot{C} + 10\dot{H}$. Kohlensaures Natron.

Fig. 2.



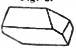
2. Prismatisches. Orthotyp. $\breve{D} = 83°50'$. $\infty\breve{A}2 = 107° 50'$. Fig. 2. Theilbarkeit $\infty\breve{D}$ unvollkommen. H. = 1·5. G. = 1·5...1·6.

2 *Thermonatrit.* H. $5\dot{Na}\ddot{C} + 4\dot{H}$. Kohlensaures Natron.

II. Tronasalz. Augitisch. Geschmack, laugenhaft, stechend. H. = 2·5...3·0. G. = 2·1...2·2.

1. Prismatoidisches. Augitoid $\frac{A}{2} = 47° 30$. Fig. 3. Theilbarkeit $\infty\breve{H}$ vollk. Spuren nach $\frac{A}{2}$ und $-\frac{\bar{H}}{2}$.

Fig. 3.

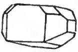


3 *Trona.* Klaproth. $\dot{Na}^2 \ddot{C}^3 + 4\dot{H}$. Urao.

III. Glaubersalz. Augitisch. Geschmack, kühlend, dann salzig-bitter, schwach. H. = 1·5...2·0. G = 1·4...1·5.

1. Prismatisches. Augitoid $\frac{A}{2} = 93° 12'$. $\infty\breve{A}2 = 86° 31'$.

Fig. 4.



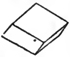
Abweichung der Axe 14° 41′, in der Ebene $\infty\bar{D}$. Fig. 4. Theilbarkeit $\infty\breve{H}$ sehr vollkommen. Spuren von $-\frac{\breve{H}}{2} = 72° 15'$ und $\infty\bar{D}$.

4 *Mirabilit.* H. Sal mirabile. $\dot{Na}\dddot{S} + 10\dot{H}$. Glaubersalz. Exanthalose.

5 *Reussin.* Karsten. Büschelförmige, flockige Krystalle. Weiss. Glaubersalzgeschmack. Franzensbad, Böhmen. $\dot{Na}\dddot{S}$, $\dot{Mg}\dddot{S}$, $MgCl$.

IV. Nitrumsalz. Rhomboedrisch, orthotyp. Geschmack, salzig, kühlend. H. = 1·5...2·0. G. = 1·9...2·1.

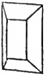
Fig. 5.



1. Rhomboedrisches. Rhomboeder R. = 106° 33′. Fig. 5. Theilb. R. H. = 1·5...2·0, G. = 2·1.

6 *Nitratin.* H. (Nitratineenfamilie, Fröbel.) $\dot{Na}\ddot{\ddot{N}}$. Salpetersaures Natron. Chilisalpeter.

Fig. 6.



2. Prismatisches. Orthotyp. $2\breve{D} = 71° 0'$, $\infty O = 119° 0'$. Theilbarkeit ∞O, etwas leichter $\infty\breve{D}$. H. = 2·0, G. = 1·9...2·0.

7 *Salpeter.* $\dot{K}\ddot{\ddot{N}}$.

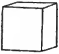
8 *Nitrocalcit.* Shepard. Weisse oder graue zarte Ausblühung. Kentucky. $\dot{Ca}\ddot{\ddot{N}} + \dot{H}$.

9 *Nitromagnesit.* Shepard. Weisse oder graue zarte Ausblühung. Kentucky. $\dot{Mg}\ddot{\ddot{N}} + \dot{H}$.

10 *Quecksilbersalpeter.* John. Weiss. Aehnlich Weissbleierz. Johanngeorgenstadt. $\dot{Hg}\ddot{\ddot{N}}$.

V. Steinsalz. Tessularisch. Geschmack, salzig. H. = 2·0, G. = 2·2...2·3.

Fig. 7.



1. Hexaedrisches. Tessularisch. Fig. 7. Theilbarkeit Hexaeder, vollkommen.

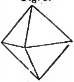
11 *Salz.* NaCl. Steinsalz, Kochsalz, Seesalz, Spak.

12 *Sylvin.* Beudant. Tessularisch. Theilb. Hexaeder. Weiss. Geschmack, salzig. KCl. Kaliumchlorur, Digestivsalz des Silvius.

VI. Ammoniaksalz. Tessularisch, orthotyp. Geschmack, stechend. H. = 1·5...2·5, G. = 1·5...1·73.

1. Oktaedrisches. Tessularisch. Fig. 8. Theilb. Oktaeder. H. = 1·5...2·0, G. = 1·5...1·6.

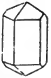
Fig. 8.



13 *Salmiak.* $\bar{N}H^4\bar{C}l$.

2. Prismatisches. Orthotyp. Prisma ∞O = 72° 20′, $\breve{D}$ = 121° 16′. Fig. 9. Theilbarkeit ∞$\breve{D}$ vollkommen, O unvollkommen; ∞$\bar{D}$ Spuren. H. = 2·0...2·5, G. = 1·72...1·73.

Fig. 9.



14 *Mascagnin.* Reuss. $\bar{N}H^4\dddot{S}+\dot{H}$. Schwefelsaures Ammon.

VII. Vitriolsalz. Orthotyp, augitisch, anorthisch. Strich, ungefärbt. Geschmack, zusammenziehend. H. = 2·0...2·5, G. = 1·8...2·3.

1. Hemiprismatisches. Augitisch. $\frac{A}{2}$ = 101° 35′, ∞A = 82° 21. Abweichung der Axe = 14° 20′, in der Ebene ∞$\bar{D}$. Fig. 10. Theilbarkeit 0. Etwas weniger vollkommen ∞A. Neigung von 0 gegen ∞A = 99° 23′. Farbe, grün. H. = 2·0, G. = 1·8...1·9.

Fig. 10.



15 *Melanterit.* Beudant. $\dot{F}e\dddot{S}+6\dot{H}$. Eisenvitriol. Melanteria. Plinius.

16 *Bieberit.* H. Augitisch, ähnlich dem Eisenvitriol. Rosenroth. Geschmack, zusammenziehend. Bieber, Hanau, Hessen. ($\dot{C}o$, $\dot{M}g$) $\dddot{S}+7\dot{H}$. Kobaltvitriol.

17 *Coquimbit.* Breithaupt. Rhomboedrisch. Q = 128°8′, 58° 0′. Fig. 11. Weiss ins Violblaue. Zusammenziehender Geschmack. Copiapo, Coquimbo, Chili. $\bar{\ddot{F}}e\dddot{S}^3+9\dot{H}$. Neutrales schwefelsaures Eisenoxyd. H. Rose.

Fig. 11.



18 *Copiapit.* H. Niedrige sechsseitige Prismen, anscheinend nicht regelmässig. Theilbarkeit monotom, vollkommen. Perlmutterglanz. Gelb durchscheinend. Copiapo. $\ddot{F}e^2\dddot{S}^5+18\dot{H}$. Basisch schwefelsaures Eisenoxyd mit Krystallisationswasser. H. Rose. Ein strahliges $2\bar{\ddot{F}}e\dddot{S}^2+21\dot{H}$. Dieses vielleicht Fibroferit, Prideaux.

19 *Tektizit.* Breithaupt. Orthotyp. Nadelförmige Krystalle. Nelkenbraun. H. = 1·5...2·0. Geschmack, schwach, metallisch u. zusammenziehend. Zerfliessend. Schwarzenberg, Sachsen. $\bar{\ddot{F}}e$, $\dddot{S}$. Braunsalz.

20 *Vitriolocher.* Berzelius. Erdig, ochergelb, mit Botryogen in Fahlun vorkommend. $\bar{\ddot{F}}^2\dddot{S}+6\dot{H}$.

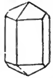
Fig. 12.



2. Tetartoprismatisches. Anorthisch. Fig. 12. Theilbarkeit, zwei Flächen von geringer ungleicher Vollkommenheit. Neigung 149° 2′. Farbe, blau. H. = 2·5, G. = 2·2...2·3.

21 *Vitriol.* $\dot{Cu}\dddot{S} + 5\dot{H}$. Kupfervitriol.

Fig. 13.



3. Prismatisches. Orthotyp. O = 127° 27′, 126° 45′, 78° 5′. ∞O = 90° 42′. Fig. 13. Theilb. ∞Ď, sehr vollk. Farbe, weiss. H. = 2·0...2·5. G. = 2·0...2·1.

22 *Goslarit.* H. (Der goslarische von KLAPROTH analysirt.) $\dot{Zn}\dddot{S} + 7\dot{H}$. Zinkvitriol.

VIII. BOTRYOGENSALZ. Augitisch. Strich, ochergelb. Geschmack, schwach, zusammenziehend. H. = 2·0...2·5, G. = 2·04.

Fig. 14.

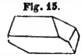


1. Hemiprismatisches. Augitisch. $-\frac{A}{2}$ = 125° 22′. Fig. 14. Theilbarkeit ∞A = 119° 56′, ∞Ă2 = 81° 44′ Spuren. Farbe braun.

23 *Botryogen.* HAIDINGER. $\dot{Fe}^3\dddot{S}^2 + 3\dot{Fe}\dddot{S} + 36\dot{H}$. Néoplase.

IX. EUCHLORSALZ. Augitisch. Geschmack, bitter, zusammenziehend. Strich, blassgrün. H. = 2·0...2·5, G. = 3·19.

Fig. 15.

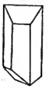


1. Hemiprismatisches. Augitisch ∞A = 69° 0′. Abw. der Axe = 4° 20′, in der Ebene ∞Ď. Endkantenwinkel der Fig. 15 = 51° 28′. Theilb. ∞A; ∞Ď Spuren. Farbe, lebhaft, grasgrün.

24 *Johannit.* HAIDINGER. $\dot{Cu}\dddot{S}$, $\dot{U}\dddot{S}$, $\dot{H}$. Uranvitriol. JOHN.

X. BITTERSALZ. Orthotyp. Theilbarkeit, vollkommen. Geschmack, salzig, bitter. H. = 2·0...2·5. G. = 1·7...1·8.

Fig. 16.



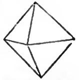
1. Prismatisches. Orthotyp. O = 127° 22′, 126° 48′, 78° 7′. ∞O = 90° 38′. Tetraedrische Hemiedrie. Fig. 16. Theilbarkeit ∞Ď.

25 *Epsomit.* BEUDANT. $\dot{Mg}\dddot{S} + 7\dot{H}$. Bittersalz.

26 *Astrakanit.* G. ROSE. Prismatische Krystalle. Weiss. Durchsichtig. Unter dem Salze der karrduanischen Bitterseen an der östlichen Seite der Wolgamündung. $\dot{Na}\dddot{S} + \dot{Mg}\dddot{S} + 4\dot{H}$. Sal catharticum Astrachanense.

XI. Alaunsalz. Tessularisch. Geschmack, süsslich, zusammenziehend. H. = 2·0...2·5, G. = 1·7...1·8.

Fig. 17.



1. Oktaedrisches. Tessularisch. Fig. 17. Theilbarkeit. Oktaeder unvollkommen.

27 *Alaun*. Kalialaun. $\dot{K}\dddot{S} + \dddot{\bar{A}l}\dddot{S}^3 + 24\dot{\bar{H}}$. Ammoniakalaun.

28 *Voltait*. Scacchi. Tessularisch. Oktaeder. Schwarz. Strich, grünlichgrau. In Wasser löslich. Solfatara von Puzzuolo. $\dot{F}e\dddot{S} + \dddot{\bar{F}e}\dddot{S}^3 + 13\frac{1}{2}\dot{\bar{H}}$. Anstatt Fe etwas K u. Al. Eisenalaun.

29 *Pickeringit*. Hayes. Faserig. Durchscheinend, Seidenglanz. Weiss, zart röthlich oder grünlich. G. = 1·78...1·80. Alaungeschmack. Iquique, Peru. $\dot{M}g\dddot{S} + \dddot{\bar{A}l}\dddot{S}^3 + 22\dot{\bar{H}}$. Talkalaun.

30 *Alaunerde-Subsesquisulfat*. Thomson. Derb, fasrig, Seidenglanz. Weiss, theils röthlich. Alaungeschmack. G. = 1·584. Süd Peru. $\dot{N}a$, $\dddot{\bar{A}l}$, $\dddot{S}$, $\dot{\bar{H}}$. Natronalaun.

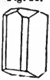
31 *Keramohalit*. Glocker. Derbe Massen, nach einer Richtung leicht theilbar. Fasrig. Perlmutterglanz. Weiss. Geschmack alaunartig. H. = 1·5...2·0, G. = 1·625...1·65. Copiapo, Chili. Saldana, Columbien. $\dddot{\bar{A}l}\dddot{S}i^3 + 18\dot{\bar{H}}$. Neutrale schwefelsaure Thonerde mit Wasser. Davyt. Alunogen. Solfatarit. Haarsalz.

32 *Halotrichit*. Glocker. Haarförmige Krystalle. Fasrig. Weiss ins Graue und Gelbe. H. = 2·0. Geschmack, zwischen Vitriol und Alaun. $\dot{F}\dddot{S} + \dddot{\bar{A}l}\dddot{S}^3 + 24\dot{\bar{H}}$. Eisenoxydulalaun, Haarsalz, Federalaun, Haarvitriol.

33 *Hversalt*. Forchhammer. Feine Nadeln, ausblühend auf vulkanischen Gesteinen, Island. Ein Alaun, $\dot{M}g$, $\dot{F}e$, $\ddot{\bar{F}e}$, $\dddot{\bar{A}l}$, $\dddot{S}$, $\dot{\bar{H}}$.

XII. Boraxsalz. Augitisch. Geschmack, süsslich-alkalisch, schwach. H. = 2·0...2·5, G. = 1·7...1·8.

Fig. 18.



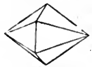
1. Prismatisches. Augitisch. $\frac{A}{2} = 120° 23'$, $\infty\breve{A}2 = 88° 9'$. Keine Abw. der Axe. Queraxe, senkrecht auf $\infty\bar{D}$. Fig. 18. Theilb. $\infty\breve{A}2$, etwas leichter $\infty\breve{D}$.

34 *Borax*. $\dot{N}a\dddot{\bar{B}} + 10\dot{\bar{H}}$. Tinkal.

XIII. Pikrochylinsalz. Orthotyp. Theilbarkeit unvollkommen. Geschmack, unangenehm, bitter, schwach. H. = 2·5...3·0, G. = 1·73.

1. **Prismatisches.** Orthotyp. $O = 131° 15', 112° 32', 81° 34'$. Fig. 19. Theilbarkeit $\infty\breve{D}$ unvollkommen. $\infty\bar{D}$, $\breve{D}$ noch unvollkommener.

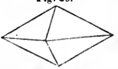
Fig. 19.



35 *Arcanit.* H. (Arcanum duplicatum.) $\dot{K}\dddot{S}$. Schwefelsaures Kali. Aphthalose.

36 *Thenardit.* CASASECA. Orthotyp. Fig. 20. Theilbarkeit $\infty\breve{D}$ vollkommen. Glasglanz. Weiss. Geschmack, schwach salzig. $G. = 2·7$. Espartines, Spanien. $\dot{N}a\dddot{S}$.

Fig. 20.



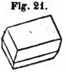
37 *Löweit.* H. Spur von Theilbarkeit nach einer Richtung. Bruch muschlig. Glasglanz. Gelblichweiss bis fleischroth. Durchscheinend. In manchen Varietäten dem Feueropal ähnlich. Geschmack, schwach salzig, zusammenziehend. $H. = 2·5...3·0$, $G. = 2·376$. Ischel, Salzkammergut, derb mit Anhydrit verwachsen. $\dot{N}a$, $\dddot{F}e$, $\dddot{S}$, $\dot{H}$. LÖWE.

38 *Blödit.* JOHN. Derb. Dünnstänglich. Splittrig. Fleisch...ziegelroth. Weich. Ischel. $\dot{N}a$, $\dot{M}g$, $\dddot{S}$, Cl.

XIV. BRITHYNSALZ. Orthotyp, augit. Geschmack, salzig, zusammenziehend oder bitter, schwach. $H. = 2·5...3·5$. $G. = 2·75...2·85$.

1. **Hemiprismatisches.** Augitisch. $\frac{A}{2} = 116° 20'$, $\infty A = 116° 20'$, $\infty A = 83° 20'$. Abweichung der Axe $= 21° 44'$ in der Ebene $\infty\bar{D}$. Fig. 21. Theilbarkeit o vollkommen. Spuren von ∞A. Neigung von 0 gegen $\infty A = 104° 15$. $H. = 2·5...3·0$, $G. = 2·75...2·85$.

Fig. 21.



39 *Glauberit.* BRONGNIART. $\dot{N}a\dddot{S} + \dot{C}a\dddot{S}$. Brongniartin.

2. **Prismatisches.** Orthotyp. $\infty O = 115° 0'$. Theilbarkeit ∞O unvollkommen. $H. = 3·5$, $G. = 2·76$.

40 *Polyhalit.* STROMEYER. $\dot{K}\dddot{S} + \dot{M}g\dddot{S} + 2\dot{C}a\dddot{S} + 2\dot{H}$.

Zweite Klasse: GEOGENIDE.

I. Ordnung. HALOIDE.

1 *Oxalsaurer Kalk.* Augitisch. $\infty A = 100° 36'$. Neigung von 0 gegen $\infty A = 103° 14'$. $\breve{D} = 74° 50'$. Neigung von 0 gegen $-\frac{H}{2} = 109° 28'$. Weiss. $H. = 2·5...2·75$. Auf Kalkspath aufsitzend. BROOKE. $\dot{C}a\ddot{C} + \dot{H}$. SANDALL.

2 *Zinkblüthe.* Nierförmig, erdig. Blassgelb. Strich, glänzend. Bleiberg. $(\dot{Z}n\ddot{C} + \dot{H}) + 2\dot{Z}n\dot{H}$. SMITHSON. RAMMELSBERG.

3 *Wiserit.* H. Faserig. Seidenglanz. Gelblichweiss ins Röthliche. Gonzen bei Sarganz. Schweiz. $\dot{M}n$, $\ddot{C}$, $\dot{H}$. Wasserhaltiges kohlensaures Mangan. WISER.

4 *Aluminit.* Nierförmig. Krystalloide. Rauh. Weiss. Sehr weich. G. $= 1{\cdot}705$. Halle. $\ddot{A}l\dddot{S} + 9\dot{H}$. Websterit. Aehnliche Varietäten von Halle nach MARCHAND, $\ddot{A}l^5\dddot{S}^3 + 36\dot{H}$, $\ddot{A}l^5\dddot{S}^2 + 36\dot{H}$; nach STEINBERG Paraluminit $\ddot{A}l^2\dddot{S} + 15\dot{H}$; von Epernay nach LASSAIGNE $\ddot{A}l^3\dddot{S}^2 + 18\dot{H}$, von Huelgoet nach BERTHIER $\ddot{A}l^5\dddot{S}^2 + 30\dot{H}$.

5 *Hydromagnesit.* v. KOBELL. Knollen, Krystalloide. Erdig. Weiss. Vom Fingernagel geritzt. Fettig anzufühlen. Färbt ab und schreibt. Kumi, Griechenland. $\dot{M}g\dot{H}^4 + 3\dot{M}g\ddot{C}$.

6 *Baudisserit.* GUYTON. Dicht. Weiss. Baudissero, Piemont. $\dot{M}g$, $\ddot{C}$, $\ddot{S}i$, $\dot{H}$.

7 *Hydroboracit.* HESS. Orthotyp. Blättrigem Gypse ähnlich. Weiss. H. $= 2{\cdot}0 \ldots 3{\cdot}0$, G. $= 1{\cdot}9 \ldots 2{\cdot}008$. Kaukasus. $(\dot{C}a^3 + \dot{M}g^3)\ddot{B} + 8\dot{H}$.

I. EUKLASHALOID. Orthotyp, augitisch. Theilbarkeit ausgezeichnet monotom, dünne Blättchen biegsam. H. $= 1{\cdot}5 \ldots 2{\cdot}5$, G. $= 2{\cdot}2 \ldots 3{\cdot}1$.

1. Prismatoidisches. Augitisch. $\frac{A}{2} = 143^\circ\, 28'$, $\infty A = 111^\circ\, 14'$. Abweichung der Axe $= 8^\circ\, 34'$, in der Ebene $\infty\breve{D}$. Fig. 22. Theilbarkeit $\infty\breve{D}$, sehr vollkommen und ausgezeichnet, $-\frac{A}{2}$ unvollkommen, in dieser Richtung biegsam, $\infty\bar{D}$ unvollkommen, in muschligen Bruch aufgelöst. H. $= 1{\cdot}5 \ldots 2{\cdot}0$. G. $= 2{\cdot}2 \cdots 2{\cdot}4$.

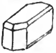
Fig. 22.



8 *Gyps.* $\dot{C}a\dddot{S} + 2\dot{H}$. Fraueneis, Selenit, Alabaster.

2. Hemiprismatisches. Augitisch $\frac{A}{2} = 139^\circ\, 17'$, $\infty A = 117^\circ\, 24'$. Abweichung der Axe $= 24^\circ\, 56'$, in der Ebene $\infty\breve{D}$. Fig. 23. Theilbarkeit $\infty\breve{D}$, $-\frac{\breve{H}}{2} = 54^\circ\, 55'$; $\infty\bar{D}$ Spuren. H. $= 2{\cdot}0 \ldots 2{\cdot}5$, G. $= 2{\cdot}7 \ldots 2{\cdot}8$.

Fig. 23.



9 *Pharmakolith.* HAUSMANN. $\dot{C}a\ddot{\dot{A}}s + 6\dot{H}$. Pikropharmakolith.

Fig. 24.



3. **Prismatisches.** Orthotyp. $O. = 133° 35'$, $123° 59'$, $75° 35'$. Fig. 24. Theilbarkeit $\breve{\infty}D$. H. = 2.0...2.5, G. = 2.8...2.9.

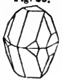
10 *Haidingerit.* TURNER. $\dot{C}a^{2}\dddot{A}s + 4\dot{H}$.

4. **Diatomes.** Augitisch. $\frac{A}{2} = 118° 23'$; $\infty\breve{A}3 = 130° 10'$. Abweichung der Axe = 9° 47′ in der Ebene $\infty\bar{D}$. Theilbarkeit $\infty\bar{D}$. Farbe und Strich roth. H. = 2·5, G. = 2·9...3·1.

11 *Erythrin.* BEUDANT. $\dot{C}o^{3}\dddot{A}s + 8\dot{H}$. Kobaltblüthe.

12 *Kobaltbeschlag.* Gemenge aus arseniger Säure und Erythrin. KERSTEN.

Fig. 25.



13 *Roselith.* LEVY. Augitisch. Zwillinge. Ein Prisma = 47° 12. Fig. 25. Theilbarkeit vollkommen nach 0. Glasglanz. Tief rosenroth. Strich, weiss. Schneeberg, Sachsen. $\dot{C}o$, $\dot{C}a$, $\dot{M}g$, $\dddot{A}s$, $\dot{H}$.

5. **Dichromatisches.** Augitisch. $\frac{A}{2} = 119° 4'$, $\infty\breve{A}2 = 111° 6'$. Abweichung der Axe = 10° 53′ in der Ebene $\infty\bar{D}$. Fig. 26. Strich, ungefärbt, blau werdend, oder blau. H. = 2.0, G. = 2·6...2·7.

Fig. 26.



14 *Vivianit.* $\ddot{F}e^{3}\dddot{P} + 12\dot{H}$. Mullicit, Blaue Eisenerde.

15 *Symplesit.* BREITHAUPT. Krystalle, dem Gyps ähnlich. Theilbarkeit vollkommen. Perlmutterglanz. Indigblau ins Grüne, blass. Strich, bläulich. H. = 2·5, G. = 2·957. Lobenstein, Voigtland, Sachsen. $\dot{F}e$, $\dddot{A}s$, $\dot{H}$.

16 *Hureaulith.* ALLUAUD. Augitisch. $\frac{A}{2} = 88°$, $\infty A = 52° 30$. Abweichung der Axe = 22°. Längsfläche $\infty\bar{D}$. Röthlichbraun. H. = 3·5, G. = 2·27. Hureaux, Vienne, Frankreich. $3\dot{M}n^{5}\dddot{P}^{2} + \dot{F}e^{5}\dddot{P}^{2} + 30\dot{H}$.

17 *Beraunit.* BREITHAUPT. Eine deutliche und eine undeutliche Theilungsfläche. Hyazinthroth. Strich, röthlich ochergelb. H. = 2·0...2·5, G. = 2·877. St. Benigna, Böhmen. $\ddot{F}e$, $\dddot{P}$, $\dot{H}$.

18 *Heterosit.* ALLUAUD. Augitisch. Drei Theilungsrichtungen, $\infty A = 100°$, $\infty\bar{D}$, die grosse Diagonale des Prismas. Dunkelviolblau,

schmutzig ins Graue. H. = 4.5...5·5, G. = 3·25...3.3. Hureaux, Haute Vienne, Frankreich. $2\dot{Fe}^5\ddot{\ddot{P}}^2 + \dot{Mn}^5\ddot{\ddot{P}}^2 + 5\dot{H}$. Hetepozit.

19 *Anglarit.* Berthier. Nicht krystallisirt. Anglar, Haute Vienne. $\dot{Fe}^4\ddot{\ddot{P}} + 4\dot{H}$.

20 *Ficinit.* Bernhardi. Theilbar nach einem rhombischen Prisma. Bodenmais, Baiern. $\dot{Fe}$, $\dot{Mn}$, $\ddot{\ddot{P}}$, $\dot{H}$.

II. Monoklashaloid. Orthotyp. Theilbarkeit nach einer Richtung ausgezeichnet. Dünne Blättchen nicht biegsam. H. = 2·6...5·0, G. = 2·7...2·8.

Fig. 27.



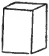
1. Prismatisches. Orthotyp. O = 139° 42′, 107° 2′, 86° 49′. Fig. 27. Theilbarkeit $\infty\bar{D}$, weniger vollkommen $\infty\breve{D}$.

21 *Hopeit.* Brewster. $\dot{Zn}$, $\dot{H}$ und $\ddot{\ddot{B}}o$ oder $\ddot{\ddot{P}}$.

22 *Berzelit.* Kühn. Spuren von Theilbarkeit. Fettglanz. Gelblichweiss...honiggelb, Spröde. H. = 5·5, G. = 2·52. Langbanshytta. $\dot{R}^3\ddot{\ddot{A}}s$, R = Ca, Mg, Mn. Talk-Pharmakolith.

III. Orthoklashaloid. Orthotyp. Theilbarkeit nach drei rechtwinkligen Richtungen. H. = 2.5...3.5, G. = 2.7...3·0.

Fig. 28.



1. Prismatisches. Orthotyp. O = 121° 32′, 108° 35′, 99° 7′, ∞O = 100° 8′. Fig. 28. Theilbarkeit $\infty\breve{D}$, $\infty\bar{D}$ sehr vollkommen, 0 etwas weniger vollkommen. ∞O Spuren. H. = 3·0...3·5, G. = 2·7...3·0.

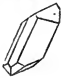
23 *Karstenit.* Hausmann. $\dot{Ca}\dddot{S}$. Anhydrit, Muriazit, Vulpinit, Bardiglione.

2. Axotomes. Orthotyp. Theilb. 0 ziemlich vollk., $\infty\breve{D}$, $\infty\bar{D}$ weniger vollkommen. O Spuren. H. = 2.5...3.0, G. = 2·9...3·0.

24 *Kryolith.* D'Andrada. $3NaF + AlF^3$.

IV. Kuphonhaloid. Augitisch. H. = 2·5, G. = 1·9...1·95.

Fig. 29.



1. Hemiprismatisches. Augitisch. $\frac{A}{2}$ = 110° 30′, ∞A = 68° 50′. Abweichung der Axe = 11° 33′ in der Ebene $\infty\bar{D}$. Theilb. ∞A unvollkommen.

25 *Gaylussit.* Boussingault. $\dot{Na}\ddot{C} + \dot{Ca}\ddot{C} + 5\dot{H}$. Natrocalcit.

V. WAVELLINHALOID. Orthotyp. Theilbarkeit nach schiefen Richtungen vollkommen. H. = 3·5...4·0, G. = 2·3...2·4.

Fig. 30.



1. Prismatisches. Orthotyp. $\bar{D} = 106° 46'$, $\infty O = 126° 25'$. Fig. 30. Theilbarkeit ∞O, $\infty \bar{D}$.

26 *Wavellit.* $\ddot{\bar{A}}l^3(Fl\dot{H})^3 + 6(\ddot{\bar{A}}l^4\dddot{\bar{P}}^3 + 18\dot{H})$. Lasionit. Devonit. Hydrargillit. Striegisan.

27 *Peganit.* BREITHAUPT. Orthotyp. $\infty O = 127°$. Grün. Härte = 4·5, G. = 2·49...2·5. Frankenberg, Sachsen. Mischung des Wavellits $\ddot{\bar{A}}lFl^3 + 3(\ddot{\bar{A}}l^4\dddot{\bar{P}}^3 + 18\dot{H})$. Nach HERMANN $\ddot{\bar{A}}l^6\dddot{\bar{P}}^3 + 18\dot{H}$.

28 *Fischerit.* HERMANN. Kleine undeutliche sechsseitige Säulen, krystallinische Rinden. Glasglanz, durchsichtig. Licht grasgrün, ins Oliven- und Spangrüne. H. = 5·0, G. = 2·46. Nischnei Tagilsk. $\ddot{\bar{A}}l^6\dddot{\bar{P}}^3 + 24\dot{H}$.

29 *Variscit.* BREITHAUPT. Nierförmig. Schwacher Fettglanz. Apfelgrün. H. = 5·0, G. = 2·345...2·379. Massbach, Voigtland. $\ddot{\bar{A}}$, $\dddot{\bar{P}}$.

30 Fig. 31. *Childrenit.* BROOKE. Orthotyp. O = 130° 20', 102° 30', 97° 50'. Fig. 31. Theilbarkeit unvollkommen. Gelblichweiss. H. = 4·5...5·0, Tavystock. $\ddot{\bar{A}}l$, $\dddot{\bar{P}}$, $\ddot{F}e$.



31 *Kakoxen.* STEINMANN. Zarte Krystalle in sammtartigen Drusen. Ochergelb. Sehr weich. G. = 2·3...2·4. Grube Hrbek, bei St. Benigna, Böhmen. $(\ddot{F}e^5, \ddot{\bar{A}}l^5)\dddot{\bar{P}} + 20\dot{H}$.

32 *Karphosiderit.* BREITHAUPT. Nierförmig, rindenförmig, versteckt theilbar. Farbe und Strich strohgelb. H. = 3·0...4·5, G. = 2·496...2·501. Labrador, Nordamerica. $\ddot{F}e$, $\dddot{\bar{P}}$, $\dot{H}$.

VI. ALAUNHALOID. Rhomboedrisch. Theilbarkeit axotom. H. = 3·5...4·0, G. = 2·5...2·8.

Fig. 32.



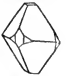
1. Rhomboedrischer. R = 92° 50'. Figur 32. Theilbarkeit 0, weniger deutlich R.

33 *Alunit.* CORDIER. $\dot{K}^2\dddot{S} + 12\ddot{\bar{A}}l\dddot{S} + 24\dot{H}$. Alaunstein.

VII. FLUSSHALOID. Tessularisch, rhomboedrisch, orthotyp. H. = 3·5...5·0, G. = 2·9...3·3. Rhomboedrisch: Theilbarkeit peritom. Orthotyp: G. = 3·1 und mehr oder H. = 5·0.

1. Peritomes. Orthotyp. O = 115° 6′, 102° 1′, 111° 34′, ∞Ŏ = 60° 58′. Fig. 33. Theilbarkeit ∞Ŏ2 unvollkommen, ∞Ď und ∞D̄ Spuren. H. = 3·5...4·0, G. = 3·1...3·2.

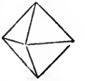
Fig. 33.



34 *Skorodit.* Breithaupt. $\dot{F}^2\ddot{\dot{A}}s + 2\dddot{F}\ddot{\dot{A}}s + 12\dot{H}$. Neoctèse.

2. Oktaedrisches. Tessularisch. Fig. 34. Theilbarkeit, Oktaeder vollkommen. H. = 4·0, G. = 3·0...3·3.

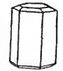
Fig. 34.



35 *Fluss.* Werner. CaF. Flussspath, Chlorophan, Ratoffkit.

3. Rhomboedrisches. Dirhomboedrisch. D. = 131° 14′, 111° 20′, Q = 142° 20′, 80° 25′. Die Beryiloide hemi-dirhomboedrisch. Pyritoidische Hemiedrie. Fig. 35. Theilbarkeit o, ∞Q, H. = 5·0, G. = 3·0...3·3.

Fig. 35.



36 *Apatit.* Werner. $\left\{\begin{matrix}CaF\\CaCl\end{matrix}\right\} + 3\dot{C}a\dddot{P}$. Spargelstein, Phosphorit, Moroxit, Agustit, Pseudo-Apatit, Eupyrchroit.

4. Prismatisches. Orthotyp. O = 141° 16′ 77° 20′, 116° 3′. Fig. 36. Theilbarkeit Ď, o unvollkommen, ∞D̄. Spuren. H. = 5·0, G. = 2·9...3·0.

Fig. 36.



37 *Herderit.* Haidinger. CaF, $\dot{C}\dddot{P}$. Allogonit.

38 *Fluellit.* Wollaston. Orthotyp = 109°, 82°, 144°. Basis = 105°. Fig. 37. Weiss. Durchscheinend. Cornwall. Al, F.

Fig. 37.



VIII. Kalkhaloid. Rhomboedrisch., orthotyp. H. = 3·0...4·5, G. = 2·5...3·2. Rhomboedrisch: Theilbarkeit Rhomboeder vollkommen. Orthotyp: Theilbarkeit prismatoidisch, wenig vollkommen, H. = 3·5 und mehr, G. = 3·0 und weniger.

1. Prismatisches. Orthotyp. Ď = 108° 27′, ∞O = 116′. Fig. 38. Theilbarkeit Ď, ∞ O, vollkommener ∞Ď. H. = 3·5···4·0, G. = 2·7···3·0.

Fig. 38.



39 *Aragon.* Werner. $\dot{C}a\ddot{C}$. Kalksinter, Erbsenstein, Karlsbader Sprudelstein, Eisenblüthe, Igloit, Chimborazit.

40 *Tarnowicit.* BREITHAUPT. Orthotyp. $\infty O = 63^\circ\ 30'$. Theilbarkeit $\infty \breve{D}$, H. = 4·0, G. = 2·98...3·01. Tarnowitz, Schlesien. $\dot{Ca}\ddot{C}$, mit etwas $\dot{Pb}\ddot{C}$. Bleihaltiger Aragon.

Fig. 39.



2. Rhomboedrisches. Rhomboedrisch. $R = 105^\circ\ 5'$. Fig. 39. Theilbarkeit R. H. = 3·0, G. = 2·5...2·8.

41 *Calcit.* H. $\dot{Ca}\ddot{C}$. FREIESLEBEN, für eine Pseudomorphose. Bergmilch, Kreide, Kalkstein, Kalktuf, Schieferspath, Stinkstein, Anthrakolith, Lucullit, Prunnerit, Kalksinter, Travertin, Duttenstein, Nagelkalk, Schaumkalk (Aphrit, pseudomorph nach Gyps), Marmor, körniger Kalkstein (*Calciphyre*), Tartuffit etc.

42 *Neotyp.* BREITHAUPT. Rhomboedrisch. $R = 105^\circ\ 3'$. Theilbarkeit R. Glasglanz. H. = 3·0...3·5. G. = 2·819...2·830. Cumberland. Barythältiger Kalkspath, vielleicht gemengt. Rhombohedral-Barytocalcite. Thomson.

43 *Plumbokalcit.* JOHNSTON. Rhomboedrisch. $R = 104^\circ\ 53\frac{1}{2}'$. H. unter 3·0, G. = 2·824. Wanlockhead, Schottland. $(\dot{Ca}, \dot{Pb})\,\ddot{C}$.

44 *Predazzit.* PETZHOLDT. Derb, körnig. Weiss, ins Graue. An den Kanten durchscheinend. H. etwas über 3·0. G. = 2·623. Predazzo, Tirol. $2\dot{Ca}\ddot{C} + (\dot{Mg}\ddot{C} + \dot{H})$.

3. Makrotypes. Rhomboedrisch. $R = 106^\circ\ 15'$. Theilbarkeit R. H. = 3·5...4·0, G. = 2·8...2·95.

45 *Dolomit.* $\dot{Ca}\ddot{C} + \dot{Mg}\ddot{C}$. Braunspath, Tharandit, Miemit, Dolomit, Bitterspath, Rautenspath, Konit (dicht).

4. Brachytypes. Rhomboedrisch. R. $107^\circ\ 23'$. Theilbarkeit R. H. = 4·0...4·5, G. = 3·0...32.

46 *Breunnerit.* HAIDINGER. $(\dot{Mg}, \dot{Fe}, \dot{Mn})\,\ddot{C}$. Talkspath, Giobertit, Magnesitspath, Walmstedtit.

5. Paratomes. Rhomboedrisch. $R. = 106^\circ\ 12'$. Theilbarkeit R. H. = 3·5...4·0, G. = 2·95...3.

47 *Ankerit.* HAIDINGER. $(\dot{Ca}, \dot{Fe})\,\ddot{C}$. Rohwand.

48 *Gurhofian.* KLAPROTH. Derb. Weiss. Muschlig. H. = 5·0...5·5, G. = 2·8. Gurhof, Österreich. $\dot{Ca}\ddot{C} + 3\dot{Mg}\ddot{C}$.

49 *Magnesit.* v. LEONHARD. Amorph. Krystalloidisch. Weiss ins Gelbe und Graue. H. = 3·0...4·0, G. = 2·8...2·9. Gulsen, Steiermark. $\dot{Mg}\ddot{C}$.

50 *Kieselmagnesit.* DÖBEREINER. Dicht und hart, bis erdig. Kosemitz, Schlesien. $\dot{Mg}$, $\ddot{C}$, $\dddot{Si}$. Gemenge.

II. Ordnung. Baryte.

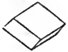
I. **Parachrosbaryt.** Rhomboedrisch. Theilbarkeit, Rhomboeder. H. = 3·5…4·5, G. = 3·4…3·9.

1. **Rhomboedrischer.** R = 107° 14′. Theilbarkeit R. H. = 3·5…4·0, G. = 3·35…3.4.

1 *Mesitin.* Breithaupt. $\dot{Mg}\ddot{C} + \dot{Fe}\ddot{C}$.

2. **Brachytyper.** Rhomboedrisch. R=107°. Fig. 40. Theilb. R. H. = 3·5…4·5, G. = 3·6…3·9. Farbe bräunlich.

Fig. 40.



2 *Siderit.* H. $\dot{Fe}\ddot{C}$. (Oligonspath, Breithaupt. Ehrenfriedersdorf. $2\dot{Mn}\ddot{C} + 3\dot{Fe}\ddot{C}$.) Spatheisenstein. Sphärosiderit (abgekürzt: Siderit). Junkerit.

3. **Makrotyper.** Rhomboedrischer. R = 106° 41′. Theilb. R. Farbe roth. H. = 3·5…4·5, G. = 3·3…3·6.

3 *Diallogit.* Beudant. $\dot{Mg}\ddot{C}$. Manganspath. Rothmanganerz. Rhodochrosit.

II. **Retinbaryt.** Pyramidal, orthotyp. Strich braun…ungefärbt. H = 4·5…5·5, G. = 3·6…4·6. Pyramidal: G. = 4·4 und mehr.

1. **Pyramidaler.** P = 124° 44′, 82°. Fig. 41. Theilbarkeit ∞P, wenig deutlich. Strich lichtbraun, H. = 4·5…5·0, G. = 4·4…4·6.

Fig. 41.



4 *Xenotim.* Beudant. $\dot{Y}^3\dddot{P}$. Phosphorsaure Yttererde.

2. **Prismatischer.** Orthotyp. Abmessungen unbekannt. Theilbarkeit ∞$\breve{D}$ deutlich, ∞$\bar{D}$ weniger. 0 unvollkommen. Strich gelblichgrau. H. = 5·0…5·5, G. = 3·6…3·8.

5 *Triplit.* Hausmann. $\dot{Mn}^4\dddot{P} + \dot{Fe}^4\dddot{P}$. Phosphorsaures Mangan.

6 *Zwiselit.* Breithaupt. Derb. Theilbar, eine Richtung vollkommner, mehrere senkrecht darauf stehende unvollkommen. ∞O = 129° 15′. Fettglanz. Nelkenbraun. Strich graulichweiss. H. = 4·5…5·0, G. = 3·97. Zwiesel, Bodenmais, Baiern. $3(\dot{F}^3, \dot{Mn}^3)\dddot{P} + Fe\,Fl$. Eisenapatit. Fuchs.

7 *Triphylin.* Fuchs. Orthotyp. ∞O = 132. Theilbarkeit 0 sehr deutlich, ∞O, ∞$\bar{D}$ wenig vollkommen. Fett…Perlmutterglanz. Grünlichgrau mit blauen Flecken. H. = 5·0, G. = 3·45…3·60.

Bodenmais, Baiern. $\dot{L}^3\ddot{\bar{P}} + 6(\dot{F}e^3, \dot{M}n^3)\ddot{\bar{P}}$. *Tetraphylin* (Perowskit) von Tammela, Finnland, enthält etwas mehr Mn.

III. CERERBARYT. Pyramidal. H. = 4·0...5·0, G. = 3·4...3·5.

1. Pyramidaler. Pyramidal. Theilb. ∞P unvollkommen.

8 *Yttrocerit.* BERZELIUS. $Ca\mathrm{F}$, $Y\mathrm{F}$, $Ce\mathrm{F}$.

9 *Fluocerit.* Rhomboedrisch. O . ∞Q. Blass ziegelroth. H. zwischen 3·0 und 7·0, G. = 4·7. Fahlun. $Ce\mathrm{F} + \underline{Ce}\mathrm{F}^3$. Flusssaures Cerer. BERZELIUS.

10 *Basisches flusssaures Cerer.* BERZELIUS. Krystallinisch Spuren von Theilbarkeit. Gelb. H. = 4·5. Finbo. $\underline{Ce}\mathrm{F}^3 + 3\underline{\dot{C}e}\dot{H}$.

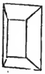
11 *Fluoyttrocerit.* Erdig, röthlich, weich. Gemenge, kieselerdehaltig. Finbo. Flussaures Cerer mit flusssaurer Yttererde. BERZELIUS.

12 *Yttererde, kohlensaure.* HARTMANN. Weisser Ueberzug auf Gadolinit. Ytterby, Schweden. $\dot{Y}$, $\ddot{C}$.

13 *Lanthanit.* H. Pyramidal. Quadratische Tafeln. Theilbarkeit O vollk. H. = 2·5...3·0. Riddarhytta, Schweden. $\dot{L}a^3\ddot{C} + 3\dot{H}$. Kohlensaures Lanthan (früher Cer-) oxydul.

IV. HALBARYT. Orthotyp, augitisch. H. = 3·0...4·0, G. = 2·6...4·7.

Fig. 42.



1. Peritomer. Orthotyp. Fig. 42. Theilbarkeit ∞O = 117° 19′ weniger deutlich $2\breve{D}$ = 69° 16′, Spuren nach $\infty\breve{D}$. H. = 3·5, G. = 3·6...3·8.

14 *Strontianit.* $\dot{S}r\ddot{C}$. Emmonsit (Gemenge). Sulzerit.

2. Hemiprismatischer. Augitisch. $\frac{A}{2}$ = 106° 54′, ∞A = 95° 15′. Abweichung der Axe = 20° 30′ in der Ebene $\infty\breve{D}$. Fig 43. Theilbarkeit $\frac{A}{2}$, weniger leicht, doch vollkommen $-\frac{\breve{H}}{2}$. H. = 4·0, G. = 3·6...3·7.

Fig. 43.



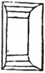
15 *Barytocalcit.* BROOKE. $\dot{B}a\ddot{C} + \dot{C}a\ddot{C}$.

16 *Bicalcareo-Carbonate of Barytes.* THOMSON. Rhomboedrisch. Q = 132°, Basis. Weiss. H. = 2·75, G. = 3·718. Alston-Moor. $\dot{B}a\ddot{C} + \dot{C}a\ddot{C}$. Ist nach JOHNSTON und RAMMELSBERG nichts als der alte Barytocalcit.

17 *Leedsit.* H. Theilbar. Weiss. Spröde. H. = 4·0. G. = 3·868. Zwischen Leeds und Harrowgate. $\dot{C}a\dddot{S}$, $\dot{B}a\dddot{S}$. Barytocalcit. THOMSON.

18 *Alstonit.* Breithaupt. Orthotyp. Formen des Witherits. $\breve{D} = 108°$, $\infty O = 62°$. H. über 4, G. = 3·65...3·76. Fallowfield, Northumberland. $\dot{Ba}\ddot{C} + \dot{Ca}\ddot{C}$. Barytocalcit. Johnston. Bromlit.

Fig. 44.



3. Diprismatischer. Orthotyp. Fig. 44. Theilb. $\infty O = 118°\ 30'$, $\infty\breve{D}$, $\infty\bar{D}$. H. = 3·0...3·5, G. = 4·2...4·4.

19 *Witherit.* $\dot{Ba}\ddot{C}$.

4. Prismatischer. Orthotyp. $\breve{D} = 105°\ 6'$, $\infty\breve{O}2 = 77°\ 27'$. Fig. 45. Theilbarkeit $\bar{D} = 78°\ 18'$. Noch vollkommener $\infty\breve{D}$. Spuren nach 0. H. = 3·0...3·5. G. = 4·2...4·7.

Fig. 45.



20 *Baryt.* $\dot{Ba}\dddot{S}$. Wolnyn. Hepatit. Calstronbaryt (Gemenge). Schoharit (Gemenge).

21 *Allomorphit.* Breithaupt. Orthotyp. Theilbarkeit in drei senkrechten Richtungen. Weiss. H. = 3·0, G. = 4·36...4·48. Rudolstadt, Schwarzburg. $\dot{Ba}\dddot{S}$.

22 *Barytsulphatocarbonat.* Thomson. Ein Prisma von 130°. Glasglanz. Schneeweiss. H. = 3·0, G. = 3·141. Bromleyhill, Cumberland. $\dot{Ba}\dddot{S} + 2\dot{Ba}\ddot{C}a$. Nach der Beschreibung von Zippe, die Pseudomorphose von Baryt nach Witherit.

23 *Dréelit.* Dufrénoy. Rhomboedrisch. R = 93°. Theilbarkeit, dasselbe unvollkommen. Weiss. H. über 3·0, G. = 3·2...3·4. Beaujeau, Rhone, Frankreich. $\dot{Ba}\dddot{S}$, $\dot{Ca}\dddot{S}$ +.

24 *Flussbaryt.* Smithson. Dichtes Gemenge aus Baryt und Fluss. G. = 3·75. Derbyshire.

Fig. 46.



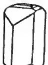
5. Prismatoidischer. Orthotyp. $\breve{D} = 103°\ 58'$, $\infty\breve{O}2 = 78°\ 35'$. Fig. 46. Theilbarkeit $\bar{D} = 76°\ 2'$. Vollkommener $\infty\breve{D}$. Spuren nach 0. H. = 3·0...3·5, G. = 3·6...4·0.

25 *Cölestin.* $\dot{Sr}\dddot{S}$. Schützit. Calcareo-Sulphate of Strontia. Thomson.

26 *Stromnit.* Traill. Dünnstängliche Zusammensetzung. Gelblichweiss. Schwacher Perlmutterglanz. H. = 3·6, G. = 3·703. Stromness, Orkney Inseln. $\dot{Sr}\ddot{C}$, $\dot{Ba}\dddot{S}$.

V. Zinkbaryt. Rhomboedrisch, orthotyp. H. = 5·0...5·5, G. = 3·3...4·5. Rhomboedrisch: G. = 4·0 und mehr, G. = 4·0 und weniger: Theilbarkeit diprismatisch, sehr vollkommen.

Fig. 47.

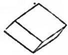


1. Prismatischer. Orthotyp. $\frac{1}{2}\breve{D} = 128° 27'$, $\infty A2 = 76° 7'$. Fig. 47. Theilb. $\breve{D} = 116° 40'$, vollkommen, $\infty A2$ sehr vollkommen. H. 5.0, G. = 3·3...36.

27 *Galmei.* $2\dot{Z}n^3\dddot{S}i + 3\dot{H}$ Zinksilikat.

2. Rhomboedrischer. Rhomboeder. R = 107° 40'. Fig. 48. Theilbarkeit R. H. = 5·0, G. = 4·2...4·5.

Fig. 48.



28 *Smithsonit.* BEUDANT. $\dot{Z}n\ddot{C}$. Galmei. Zink-Carbonat.

29 *Kapnit.* BREITHAUPT. Rhomboedrisch. R = 107° 7'. Theilb. R. Gelblichgrau. H. = 4·0...4·5, G. = 4·164...4·184. Altenberg bei Aachen. $\dot{Z}n\ddot{C}$, $\dot{F}e\ddot{C}$.

30 *Herrerit.* DEL RIO. Rhomboedrisch. Theilbar nach dem krummflächigen R. Glasglanz. Grün. H. = 4·0...5·0, G. = 4·3. Albaraddon, Mexico. Wahrscheinlich Smithsonit, $\dot{Z}n\ddot{C}$, $\dot{N}i\ddot{C}$. Nach HERRERA Te, $\dot{N}i$, $\ddot{C}$.

31 Fig. 49.



Eulytin. BREITHAUPT. Tetraedrisch. Kyproide. Fig. 49. Theilb. undeutlich. Diamantglanz. Braun. H. = 4·5...5·0, G. = 5·965. Schneeberg. $\overline{Bi}^2\dddot{S}i^3$, $\overline{Fe}\dddot{P}$, $\overline{Fe}F^3$. Wismuthblende, Kieselwismuthers, Arsenikwismuth.

32 *Atelestit.* BREITHAUPT. Augitisch. Diamantglanz. Schwefelgelb. H. = 6·0, G. beträchtlich. Schneeberg. Bi +.

3. Brachytyper. Rhomboedrisch. R = 128° 30'. Theilbarkeit R unvollkommen, Spuren von 0. H. = 5·5, G = 4·0...4·2.

33 *Willemit.* LEVY. $\dot{Z}n\dddot{S}i$. Hebelin.

34 *Mancinit.* JACQUOT. Faserig, mit zwei ungleich vollkommenen Theilungsflächen von 92°. Glänzend. Maucino bei Livorno. $\dot{Z}n^3\dddot{S}i$.

VI. SCHEELBARYT. Pyramidal. H. = 4·0...4·5, G. = 6·0...6·1.

Fig. 50.



1. Pyramidaler. Pyramide P = 108° 12', 112° 1', Pyritoidische Hemiedrie. Fig. 50. Theilbarkeit 2P' = 100° 40', 129° 2', P und 0 weniger vollkommen.

35 *Scheelit.* BEUDANT. $\dot{C}a\dddot{W}$. Schwerstein.

36 *Roméin.* DUFRÉNOY. Pyramidal. Basis von P = 110° 30'. Hyazinthroth...honiggelb. Ritzt Glas. St. Marcel, Piemont. $\dot{C}a^4\dddot{S}b^3$.

VII. Bleibaryt. Rhomboedrisch, pyramidal, orthotyp, augitisch. H. = 2·0...4·0, G. = 6·0...9·5. H. über 5·0: G. = 6·5 und mehr.

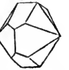
1. Peritomer. Orthotyp. Theilbarkeit ∞O = 102° 27′ höchst vollkommen, ∞Ŏ Spuren. H. = 2·5...7·1.

37 *Mendipit.* $PbCl + 2\dot{P}b$. Berzelit.

38 *Cotunnit.* v. Kobell. Orthot. ∞A = 118° 50′. Diamantglanz. Weiss. Vesuv, Ausbruch von 1822. $PbCl$. Cotunnia. Monticelli u. Covelli.

2. Diprismatischer. Orthotyp. O = 130° 0′, 108° 28′, 92° 19′. Fig. 51. Theilbarkeit Ŏ = 117° 13′, ∞A2 = 69° 20′. H. = 3·0...3·5, G. = 6·3...6·6.

Fig. 51.



39 *Cerussit.* H. Cerusse. Beudant. $\dot{P}b\ddot{C}$. Weissbleierz. Schwarzbleierz. Bleierde.

3. Rhomboedrischer. Dirhomboedrisch. D = 131° 5′, 111° 48′, Q = 142° 12′, 80° 44′. Fig. 52. Theilbarkeit Q, ∞Q. Beide sehr unvollkommen. H. = 3·5...4·0, G. = 6·96...7·09.

Fig. 52.



40 *Pyromorphit.* Hausmann. $PbCl + 3\dot{P}b^3\dddot{P}$. Grünbleierz. Braunbleierz.

41 *Nussierit.* Danhauser. Dirhomboedrisch. Fettglanz. Gelb, grünlich, weisslich. H. = 4·0...4·5, G. = 5·04. Nussière bei Beaujeu, Dep. Rhone. $PbCl$, $(\dot{P}b^3, \dot{C}a^3)(\dddot{P}, \dddot{A}s)$.

42 *Hedyphan.* Breithaupt. Dirhomboedrisch, derb. Diamantglanz in den Fettglanz. Weiss. H. = 3·5...4, G. = 5·460...5·493. Långbanshytta, Schweden. $PbCl + 3(\dot{P}b^3, \dot{C}a^3)(\dddot{P}, \dddot{A}s)$.

43 *Polysphärit.* Breithaupt. Dirhomboedrisch, nierförmig. Fettglanz. Braun ins Welsse. H. = 3·0...4·0, G. = 5·890...6·090. Grube Sonnenwirbel bei Freiberg. $PbCl + 3(\dot{P}b^3, \dot{C}a^3)\dddot{P}$. Braunbleierz.

44 *Miesit.* Breithaupt. Nierförmig. Fettglanz. Braun. H. = 3·0...3·5, G. = 6·443...6·444. $PbCl + 3(\dot{P}b^3, \dot{C}a^3)\dddot{P}$. Mies. Braunbleierz.

45 *Kampylit.* Breithaupt. Bauchige sechsseitige Prismen. Fettglanz. Orange...wachsgelb. H. = 4·0...5·0, G. = 6·8...6·9. Alston, Cumberland: $PbCl$, $(\dot{P}b^3, \dot{C}a^3)(\dddot{P}, \dddot{A}s)$, $\dddot{V}$.

4. Makrotyper. Dirhomboedrisch. Q = 141° 47′, 81° 47′. Theilbarkeit Q ziemlich deutlich, ∞Q sehr unvollkommen. H. = 3·5...4·0, G. = 7·19...7·21.

46 *Mimetit.* H. Mimetèse. Beudant. $PbCl + 3\dot{P}b\dddot{A}s$. Arseniksaur. Blei.

47 *Vanadinit.* H. Dirhomboedrisch. $0.\infty Q$. Regelmässige sechsseitige Prismen. Theilbarkeit undeutlich. Fettglanz. Gelb...braun. Strich weiss. H $= 3\cdot0$, G. $= 6\cdot83...7\cdot23$. Zimapan, Mexico. $PbClPb^2 + 3\dot{P}b^3\dddot{V}$. Vanadinbleierz.

5. Hemiprismatischer. Augitisch. $\frac{A}{2} = 119°\ 0'$. $\infty A =$ 93° 40′. Abweichung der Axe $= 12°\ 30'$ in der Ebene $\infty\breve{D}$.

Fig. 53.



Fig. 53. Theilbarkeit ∞A, $\infty\breve{D}$, $\infty\bar{D}$. Strich oraniengelb. H. $= 2\cdot5$, G. $= 6\cdot0...6\cdot1$.

48 *Krokoit.* Breithaupt. $\dot{P}b\dddot{C}r$. Rothbleierz.

49 *Phönicit.* H. Orthotyp, tafelartige rhombische Prismen. Fettglanz. Kochenille- und hyazinthroth. Strich ziegelroth. Sehr weich. G. $= 5\cdot75$. Beresowsk, Ural. $\dot{P}b^3\dddot{C}r^2$. Melanochroit. Herrmann. Phönikochroit. Glocker.

Fig 54.



6. Pyramidaler. Pyramidal. P $= 99°\ 40'$, 131° 35′. Fig. 54. Theilbarkeit P. Weniger deutlich 0. H. $= 3\cdot0$, G. $= 6\cdot5...6\cdot9$.

50 *Wulfenit.* H. Wulfen, Verfasser der Monographie vom kärntnerischen Bleispathe. Wien, 1785. $\dot{P}b\dddot{M}o$. Gelbbleierz.

51 *Basisch-molybdänsaures Blei.* Boussingault. Kleine Concretionen. Grünlichgelb. Paramo-Ricco, Pamplona, Südamerica. Gemenge aus $\dot{P}b^3\dddot{M}o$ mit mehreren andern Bleisalzen.

7. Dystomer. Pyramidal. P $= 99°\ 42'$, 131° 30′. Theilbarkeit P undeutlich. H. $= 3\cdot0$, G. $= 7\cdot9...8\cdot1$.

52 *Stolzit.* H. Dr. Stolz in Tepiitz erkannte nach Breithaupt, Handbuch, Seite 273, zuerst die chemische Zusammensetzung der Spezies. $\dot{P}b\dddot{W}$. Scheelsaures Blei. Scheelbleispath.

53 Fig. 55.



Plattnerit. H. Rhomboedrisch. Kombination: 0. Q. ∞Q. Undeutlich theilbar. Metallählicher Diamantglanz. Eisenschwarz. Strich braun. G. $= 9\cdot392...9\cdot448$. Leadhills, Schottland? $\ddot{P}b$. Schwerbleierz. Breithaupt.

54 *Bleiglätte.* John. Derb. Matt. Schwefel...zitronengelb. Strich lichter. G. $= 8\cdot0$. Badenweiler. $\dot{P}b$, nebst $\ddot{C}$, $\dddot{F}$, $\dot{C}a$, $\dddot{S}i$.

Fig. 56.

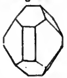


8. Orthotomer. Pyramidal. P $= 117°\ 22'$, 94° 38′. Fig. 56. Theilbarkeit ∞P. H. $= 3$, G. $= 6\cdot0...6\cdot2$.

55 *Phosgenit.* Breithaupt. $PbCl + \dot{P}b\ddot{C}$. Hornblei. Kerasin.

9. **Prismatischer.** Orthotyp. $\breve{D} = 104° 55'$, $\infty\breve{A}2 = 78° 45'$. Fig. 57. Theilbarkeit $\breve{D} = 76° 11'$, $\infty\breve{D}$. H. = 3·0, G. = 6·2...6·3.

Fig. 57.



56 *Anglesit.* Beudant. $\dot{Pb}\dddot{S}$. Bleivitriol.

57 *Selenbleispath.* Breithaupt. Kuglig, derb. Eine deutliche Theilungsrichtung. Schwefelgelb. Strich ungefärbt. H. = 3·0...4·0. Eisfeld, Hildburghausen. $\dot{P}b$, $\ddot{S}e$.

10. **Axotomer.** Augitisch. $\frac{A}{2} = 72° 36'$, $\infty A = 59° 40'$. Abweichung der Axe = 0° 29' in der Ebene $\infty\breve{D}$. Fig. 58. Theilbarkeit 0 höchst vollkommen, ∞A und $\infty\breve{D}$ schwache Spuren. H. = 2·5, G. = 6·2...6·4.

Fig. 58.

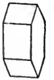


58 *Leadhillit.* Beudant. $\dot{Pb}\dddot{S} + 3\dot{Pb}\ddot{C}$. Sulphato-tri-Carbonate of Lead.

59 *Suzannit.* Ein Bleitricarbonat von dem Susanna Gange bei Leadhills, Schottland.

11. **Paratomer.** Orthotyp. $\breve{D} = 95°0'$. Fig. 59. Theilbarkeit $\breve{D}$, $\infty\breve{D}$, $\infty\bar{D}$ unvollkommen. Farbe spangrün, Strich grünlichweiss. H. = 2·5...3·0, G. = 6·4.

Fig 59.



60 *Caledonit.* Beudant. $\dot{Cu}\ddot{C} + 2\dot{Pb}\ddot{C} + 3\dot{Pb}\dddot{S}$. Cupreous Sulphato-Carbonate of Lead.

12. **Prismatoidischer.** Augitisch. Fig. 60. Theilbarkeit nach der Länge der prismatischen Krystalle in einer Richtung sehr vollkommen. Ebene der Abweichung der Axe senkrecht auf dieselbe. Dünne Blättchen biegsam. H. = 2·0...2·5, G. = 6·8...7·0.

Fig. 60.



61 *Lanarkit.* Beudant. $\dot{Pb}\dddot{S} + \dot{Pb}\ddot{C}$. Sulfato carbonate of Lead.

62 *Bleigummi.* (Plomb gomme.) Haüy. Nierförmig. Glasglanz, in den Fettglanz geneigt. Gelblichweiss, ins Grüne, Gelbe, Röthlichbraune. Durchscheinend. H. = 4·0...4·5, G. = 6·3...6·4. Poullaouen, Frankreich. $\dot{Pb}^3\dddot{P} + 6\ddot{A}l\dot{H}^3$.

63 *Bismutit.* Breithaupt. Nadelförmige Pseudomorphosen, strohgelb, ins Graue und Grüne. Sehr spröde. H. = 4·0...4·5, G. = 6·8...6·91. Hirschberg im Reussischen Voigtland. $\dot{B}i$, $\ddot{C}$, $\dot{H}$.

VIII. Antimonbaryt. Orthotyp. H. = 2·5...3, G. = 5·5...5·6.

Fig. 61.



1. Prismatischer. Orthotyp. $\frac{1}{2}\breve{D} = 70° 32'$. $\infty\bar{A}2 = 136° 58'$. Fig. 61. Theilbarkeit $\infty\bar{A}2$ höchst vollkommen, $\infty\breve{D}$.

64 *Valentinit.* H. (Nach BASILIUS VALENTINUS.) $\ddot{\overline{S}}b$. Weissspiessglanzerz.

65 *Antimonphyllit.* BREITH. Augitisch. Schiefe längliche Tafeln. Theilb., Längsfläche $\infty\breve{D}$, mit vollk. Perlmutterglanz. Graulichweiss. Etwas biegsam. H. = 1·0...1·5. G. = 4·025. $\ddot{\overline{S}}b$?

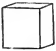
66 *Tellurit.* Aufgewachsene feinstrahlige Kugeln. Gelblich...graulichweiss. Facebay, Zalathna. $\ddot{T}e$. Tellurige Säure. PETZ.

67 *Selbit.* H. Derb. Aschgrau. Sehr weich. Wolfach, Baden. $\dot{A}g$, $\ddot{C}$. Grausilber. SELB.

III. Ordnung. KERATE.

I. PERLKERAT. Tessular., pyramid. H. = 1·0...2·0, G. = 5·5...6·5.

Fig. 62.



1. Hexaedrisches. Tessularisch. Fig. 62. Theilbarkeit nicht wahrnehmbar. Geschmeidig.

1 *Kerat.* H. Ag€l. Silberhornerz. Hornsilber.

2 *Iodit.* H. Dünne Blättchen, blättrig. Glänzend im Strich. Fettglanz. Perlgrau. Geschmeidig. H. = 1·0. Albarradon, Zacatecas, Mexico. Ag, I. Iodsilber. DEL RIO.

3 *Bromit.* H. Krystalle und Körner. Grau, innen gelb. Grube San Onofre, Plateros, Mexico. Bromsilber. BERTHIER. AgBr. Plata verde.

Fig. 63.

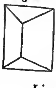


2. Pyramidales. Pyramidal. P = 98° 4', 136° 0'. Fig. 63. Theilbarkeit ∞P sehr unvollkommen. Milde. H. = 1·0...2·0, G. = 6·4...6·5.

4 *Kalomel.* Hg€l. Quecksilberhornerz. Hornquecksilber.

IV. Ordnung. MALACHITE.

Fig. 64.



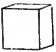
I. LIROKONMALACHIT. Tessularisch. Orthotyp. Theilbarkeit nicht monotom. H. = 2·0...2·5, G. = 2·8...3·0.

1. Prismatischer. Orthotyp. $\bar{D} = 71° 50'$, $\infty O = 119° 45$. Fig. 64. Theilb. D, ∞O unvollk. Strich blassspangrün...himmelblau. H. = 2·0...2·5, G. = 2·8...3·0.

1 *Lirokonit.* $3\dot{C}u^8\dddot{A}s\dot{I}^{24} + (\ddot{A}l^6, \ddot{F}^6)(\dddot{A}s^3\,\dddot{P}^3)$. Linsenerz.

2. **Hexaedrischer.** Tessularisch. Tetraedrische Hemiedrie. Fig. 67. Theilb. Hexaeder unvollk. Strich blassolivengrün...braun. H. = 2·5, G. = 2·9...3·0.

Fig. 65.



2 *Pharmakosiderit.* $\dot{F}e^3\dddot{A}s + \ddot{\bar{F}}e\dddot{A}s^2 + 18\dot{H}$.
Würfelerz. Beudantit. LEVY.

II. OLIVENMALACHIT. Orthotyp. Theilbarkeit sehr unvollkommen. Farbe nicht blau, nicht lebhaft grün. Strich olivengrün...braun. H. = 3·0...4·0, G. = 3·6...4·6.

1. **Prismatischer.** Orthotyp. $\breve{D} = 110° 50'$, $\infty O = 92° 30'$. Fig. 68. Theilbarkeit $\breve{D}$, ∞O. Strich olivengrün...braun. H. = 3·0, G. = 4·2...4·6.

Fig. 66.

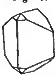


3 *Olivenit.* JAMESON. $\dot{C}u^3\dddot{P}\dot{H}^2 + 3\dot{C}u^4\dddot{A}s\dot{H}$. HERMANN. Olivenerz.

4 *Holzkupfererz.* Feine divergirende Fasern, kuglich. Licht bräunlichgrün. Schwacher Seidenglanz. Weich. G. = 3·913 Cornwall. $\dot{C}u^3\dddot{A}s\dot{H}^2 + 3\dot{C}u^4\dddot{A}s\dot{H}$. HERMANN.

2. **Diprismatischer.** Orthotyp. $\breve{D} = 111° 58'$, $\infty O = 95° 2'$. Fig. 69. Theilb. $\infty\breve{D}$, $\infty\bar{D}$, auch $\breve{D}$ u. ∞O unvollk. Strich olivengrün. H. = 4·0, G. = 3·6...3·8.

Fig. 67.



5 *Libethenit.* BREITHAUPT. $\dot{C}u^3\dddot{P} + \dot{C}u\dot{H}$. KÜHN. Phosphorkupfer.

III. MELANOCHLORMALACHIT. Augitisch. Weder Farbe noch Strich blau. H. = 2·5...3·0, G. = 5·5...5·8.

1. **Hemiprismatischer.** Augitisch. $\frac{\bar{H}}{2} = 36° 15'$. Abweichung der Axe = 22°45' in der Ebene $\infty\bar{D}$. Fig. 70. Neigung von $\frac{\bar{H}}{2}$ gegen $0 = 149°$. Zwillingskrystalle $\frac{\bar{H}}{2}$ gegen $\frac{\bar{H}'}{2} = 134° 30'$. Schwärzlich grün. Strich zeisiggrün.

Fig. 68.



6 *Vauquelinit.* v. LEONHARD. $\dot{C}u^3\ddot{\ddot{C}}r + 2\dot{P}b^3\ddot{\ddot{C}}r$.

7 *Volborthit.* G. ROSE. Sechsseitige Tafeln, kuglig zusammengehäuft. Olivengrün. Strich beinahe gelb. H. = 3·0 +, G. = 3·55. Katharinenburg. $\dot{C}u$, $\dddot{V}$.

8 *Alluaudit.* BERNHARDI. Ein Prisma von 123°. Traubig, nierförmig. Dunkelgrün. Strich zeisiggrün. Glänzend...matt. H. = 3·0 und mehr. G. = 3·227...3·399. Hurcaux, Frankreich. $\dddot{Fe}^2, \dddot{Mn}, \ddot{\bar{P}}, \dot{H}$. Grüneisenstein. Kraurit. Melanchlor.

9 *Dufrenit.* BRONGNIART. Traubig, derb. Fasrig. Grün ins Braune. Strich gelblichgrau. H. = 3·0, G. = 3·4. Hollerter Zug, Sayn. $2\dddot{Fe}^2\ddot{\bar{P}} + 5\dot{H}$. Grüneisenstein. Kraurit.

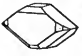
10 *Hypochlorit.* SCHÜLER. Derb. Zeisiggrün. H. = 6·0...6·5, G. = 2·9...3·05. Schneeberg. $\dddot{Fe}, \dddot{Bi}, \dddot{Al}, \dddot{Si}, \ddot{\bar{P}}$. Grüne Eisenerde.

11 *Arseniosiderit.* DUFRÉNOY. Kugeln, fasrig, asbestähnlich. Bräunlichgelb. Weich. G. = 3·52. Romanêche bei Mâcon. $3F_2As + CAs_2 + 3aq ... + S$.

IV. LASURMALACHIT. Augitisch. Farbe und Strich blau. H. = 2·5...4·0, G. = 3·7...5·5.

1. Hemiprismatischer. Augitisch. $-\frac{A}{2} = 116° 7'$, $\infty \breve{A} 2 = 59° 14'$. Abweichung der Axe = 2° 21′ in der Ebene $\infty \breve{D}$. Fig. 69. Theilbarkeit $\infty \breve{A} 2$, weniger deutlich 0. Spuren nach $\breve{D} = 99° 32'$. H. = 3·5...4·0, G. = 3·2...3·9.

Fig. 69.



12 *Lasur.* $2\dot{Cu}\ddot{C} + \dot{Cu}\dot{H}$. Kupferlasur.

2. Diplogener. Augitisch. $\pm \frac{\breve{H}}{2} = \begin{Bmatrix} 9° & 5' \\ 18° & 30' \end{Bmatrix}$, $\bar{D} = 61° 0'$. Abweichung der Axe = 5° 45′, in der Ebene $\infty \bar{D}$. Theilbarkeit 0 sehr vollkommen, auch $-\frac{\breve{H}}{2}$. H. = 2·5...3·0. G. = 5·3...5·45.

13 *Linarit.* BROOKE. $\dot{Pb}\ddot{S} + 2\dot{Cu}\dot{H}^2$. Bleilasur.

14 *Kupfersammterz.* WERNER. Kurze haarförmige Krystalle in sammtartigen Drusen. Schön smalteblau. Moldova, Banat. $\dot{Cu} +$.

Fig. 70.



V. SMARAGDMALACHIT. Rhomboedrisch, orthotyp. Farbe lebhaft smaragdgrün. H. = 3·5...5·0, G. = 3·2...3·5.

1. Rhomboedrischer. Rhomboeder R = 126° 17′, 2R′ = 95° 48′. Fig. 70. Theilbarkeit R vollkommen. Strich grün. H. = 5·0, G. = 3·2...3·4.

15 *Dioptas.* HAÜY. $\dot{Cu}^3\dddot{Si}^2 + 3\dot{H}$. Kupfersmaragd.

2. **Prismatisches.** Orthotyp. $\breve{D} = 87° 52'$, Fig. 71.
$\infty O = 117° 20'$. Fig. 171. Theilbarkeit $\breve{D}$, ∞O unvollk. Strich apfelgrün. H. = 3·5...4·0, G. = 3·3...3·5.

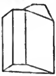


16 *Euchroit.* Breithaupt. $\dot{C}u^4 \dddot{A}s + 8\dot{H}$.

VI. Habronemmalachit. Orthotyp, augitisch. Theilb. vollk. Farbe oder Strich lebhaft grün. H. = 2·5...4·0, G. = 3·6...4·3.

1. **Hemiprismatischer.** Augitisch. $\frac{A}{2} = 139° 17'$, $\infty A = 103° 17'$, $\infty A = 103° 42'$. Keine Abweichung der Axe. Längsfläche $\infty\breve{D}$. Fig. 72. Theilbarkeit $-\frac{\breve{H}}{2} = 61° 49'$, $\infty\breve{D}$, beide, besonders erstere, sehr vollk. Strich gras...apfelgrün. H. = 3·5...4·0, G. = 3·6...4·05.

Fig. 72.



17 *Malachit.* $\dot{C}u^2 \ddot{C} + \dot{H}$.

18 *Kalkmalachit.* Zinken. Traubig, nierförmig, stänglich. Perlmuttergianz. Spangrün. H. = 2·5. Lauterberg, Harz. $\dot{C}u\ddot{C}$, $\dot{C}a\ddot{C}$ +.

2. **Prismatoidischer.** Orthotyp. $\breve{D} = 107° 10'$, $\infty O = 67° 15'$. Fig. 73. Theilbarkeit $\infty\breve{D}$ vollkommen. Strich apfelgrün. H. = 3·0...3·5, G. = 4·0...4·3.

Fig. 73.



19 *Atacamit.* $CuCl + 3\dot{C}u\dot{H}$. Salzkupfererz.

3. **Axotomer.** Augitisch. Prisma $\infty A = 56°$. Abweichung der Axe = 5° in der Ebene $\infty\breve{D}$. Neigung von 0 gegen $\infty\breve{D} = 95°$. Fig. 74. Theilbarkeit 0 höchst vollk. Strich spangrün. H. = 2·5...3·0, G. = 4·15...4·25.

Fig. 74.



20 *Abichit.* Bernhardi. $\dddot{F}e$, $\dot{C}u$, $\dddot{A}s$, $\dot{H}$. Strahlerz, Klinoklas, Aphanesit.

VII. Euchlormalachit. Rhomboedrisch, pyramidal, orthotyp. Theilb., monotom, ausgezeichnet. H. = 1·0...2·5, G. = 2·5...3·2.

1. **Rhomboedrischer.** Rhomboedrisch R = 68° 45'. Fig. 75. Theilb. 0. Strich smaragd...apfelgrün. H. = 2·0, G. = 2·435...2·6.

Fig. 75.



21 *Chalkophyllit.* Breithaupt. $\dot{C}u^8 \dddot{A}s + 24\dot{H}$. Kupferglimmer.

2. **Prismatischer.** Orthotyp. Theilbarkeit 0. Blättchen biegsam. Strich blassapfelgrün. H = 1·0...1·5, G. = 3·0...3·2.

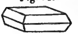
22 *Tirolit.* H. $\dot{C}u^5 \dddot{A}s + \dot{C}a\ddot{C} + 10\dot{H}$. Kupferschaum, Kupaphrit.

23 *Ehlit.* BREITHAUPT. Nierförmig. Deutlich theilbar. Perlmutterglanz. Blass spangrün. H. = 1·5...2·0. Ehl, Rheinpreussen. $\dot{Cu}$, $\overset{..}{\ddot{P}}$, $\dot{\bar{H}}$. Phosphorsaures Kupfer von Ehl. BERGEMANN.

24 *Aurichalzit.* BÖTTIGER. Nadelförmige Krystalle. Perlmutterglanz. Spangrün. Durchscheinend. H. = 2·0. Loktewsk, Altai. $2(\dot{Cu}, \dot{Zn})\ddot{C} + 3(\dot{Cu}, \dot{Zn})\dot{H}$. Kupferschaum.

3. Pyramidaler. P = 95° 46′, 143° 2′. Fig. 76. Theilbarkeit 0. Blättchen nicht biegsam Strich gelblichgrün...gelb. H. = 2·0...2·5, G. = 3·0...3·2.

Fig. 76.



25 *Uranit.* $\dot{Ca}^3\overset{..}{\ddot{P}} + 2\dddot{U}^3\overset{..}{\ddot{P}} + 24\dot{H}$. Uranglimmer.

26 4. *Chalkolith.* Pyramidal. P = 95° 46′, 143° 2′. Theilb. 0. Blättchen nicht biegsam. Strich lebhaft grün. H. = 2·0...2·5, G. = 3·4...3·5. $\dot{Cu}^3\overset{..}{\ddot{P}} + 2\dddot{U}^3\overset{..}{\ddot{P}} + 24\dot{H}$. Uranglimmer. Torbernit.

27 *Urangrün.* HARTMANN. Joachimsthal. Basisch-schwefelsaures Uranoxyd-Kupferoxyd. Uranchalzit.

28 *Zippeit.* Zarte Krystalle. Schwefelgelb. H. = 3·0. Joachimsthal, Böhmen. $\dddot{U}$, $\ddot{C}$, $\dddot{S}$, $\dot{\bar{H}}$. Uranblüthe. ZIPPE.

VIII. DYSTOMMALACHIT. Orthotyp, augitisch. Theilb. unvollk. Farbe smaragd...schwärzlichgrün. H. = 3·5...5·0, G. = 3·7...4·3. H. = 4·0 und weniger: H. = 3·75...3·9, Strich lichtgrün.

Fig. 77.



1. Prismatischer. Orthotyp. $\breve{D}$ = 150° 30′, $\bar{D}$ = 114° 20′, ∞O = 117° 0′. Fig. 77. Theilb. $\bar{D}$, ∞O Spuren. Strich lichtgrün. H. = 3·5...4·0, G. = 3·75...3·9.

29 *Brochantit.* LEVY. $\dot{Cu}\dddot{S} + 3\dot{Cu}\dot{H}$.

30 *Königin.* LEVY. Orthotyp. ∞O = 105°, Theilbarkeit 0, vollkommen. Glasglanz. Smaragdgrün, dunkel. H. = 2·0. Werchoturi-Gebirge, Sibirien. $\dot{Cu}$, $\dddot{S}$.

31 *Krisuvigit.* FORCHHAMMER. Derb, Ueberzüge auf zerstörter Lava. Dem Brochantit nahe. Krisuvig, Faröer. $\dot{Cu}$, $\dddot{S}$, $\dot{H}$.

32 *Schwefelsaures Kupferoxyd.* BERTHIER. Derb. Grün. Mexico. $\dot{Cu}^4\dddot{S} + 4\dot{H}$.

Fig. 78.



2. Hemiprismatischer. Augitisch. $\frac{A}{2}$ = 117° 49′, ∞$\bar{A}$2 = 38° 56′. Keine Abweichung der Axe. Längsfläche $\bar{D}$. Fig. 78. Theilbarkeit ∞$\breve{H}$ un-

vollkommen. Strich smaragdgrün. Nierförmige Gestalten. H. = 5·0, G. = 4·0...4·3.

33 *Lunnit.* Bernhardi. $\dot{C}u^3\dddot{P}+3\dot{C}u\dot{H}$. Kühn. Phosphorkupfer von Rheinbreitbach. Pseudomalachit.

34 *Prasin.* Breithaupt. Nierförmig. Glatte Oberflächen der nachahmenden Gestalten. Strich smaragdgrün. H. = 5·0, G. = 4·0...4·3. Libethen. $\dot{C}u^3\dddot{P}+2\dot{C}u\dot{H}$. Kühn. Pseudomalachit.

35 *Thrombolith.* Breithaupt. Derb. Muschlig. Grün. Undurchsichtig. H. = 3·0...4·0, G. = 3·38...3·40. Rézbánya, Ungarn. $\dot{C}u^3\dddot{P}^2+6\dot{H}$.

3. Monotomer. Gestalt relativ symmetrisch. Nierförmig, derb. Theilbarkeit nach einer Richtung kaum wahrnehmbar. Farbe und Strich smaragdgrün. H. = 4·5...5·0, G. = 4·0...4·1.

36 *Erinit.* Haidinger. $\dot{C}u^5\dddot{A}s+2\dot{H}$.

V. Ordnung. Allophane.

1 *Kuphoit.* Breithaupt. Krystallschuppen. Monotom. Gelblichweiss. Geschmeidig, biegsam, fettig anzufühlen. H. = 0·5...1·0. G. = 1·922...1·934. Grube Zweigler bei Schwarzenberg, Sachsen. Enthält $\dot{H}$. Kupholith.

2 *Alumocalcit.* Breithaupt. Derb. Weiss, wenig gelblich, bläulich, röthlich. Im Wasser in gelbe und blaue Farben spielend. Zerreiblich wie Stärkemehl. G. = 2·148...2·174. Eubenstock. $\dddot{S}i$, $\dot{H}$, mit etwas $\dot{C}a$, $\ddot{A}l$.

I. Opalinallophan. Amorph. Strich ungefärbt. H. = 2·0...3·0, G. = 1·8...2·2.

1. Euchromatischer. Traubig, nierförmig, derb. Farbe lebhaft, grün...blau, braun. H. = 2·0...3·0, G. = 2·0...2·2.

3 *Chrysokolla.* $\dot{C}u^3\dddot{S}i^2+6\dot{H}$. Kupfergrün. Eisenschüssig Kupfergrün. Kieselkupfer. Malachitkiesel.

4 *Kupferblau.* Breithaupt. Amorph. Flachmuschlig. Schimmernd. Himmelblau. Strich lichter, glänzend. Spröde. H. = 4·0...5·0, G. = 2·560. Wilde Schappach, Baden. $\dot{C}u$, $\dddot{S}i$, $\dot{H}$.

2. Lamprochromatischer. Traubig, nierförmig, derb. Farbe lichtblau...grün...weiss. H. = 3·0, G. = 1·8...1·9.

5 *Allophan.* Stromeyer. $\ddot{A}l^3\dddot{S}^2+15\dot{H}$. Riemannit.

6 *Halloysit.* BERTHIER. Amorph, nierförmig. Weiss, bläulich, graulich. H. = 1·5...2·5, G. = 1·92...2·12. Housscha bei Bayonne. $(\ddot{A}l\dddot{S}i^3 + 3\dot{H}) + \ddot{A}l\dot{H}^3$. *Lenzin,* Kall in der Eifel, JOHN. *Severit,* St. Sever, Frankreich. Gummit. Galapektit.

7 *Oravitzit.* BREITHAUPT. Derb, muschlich. Fettglanz, schwach. Dem Galapektit ähnlich. Grünlichweiss. H. = 1·5...2·5, G. = 2·701. Orawitza, Banat. $\dot{Z}n$, $\ddot{A}l$, $\dddot{S}i$, $\dot{H}$.

8 *Schrötterit.* GLOCKER. Amorph. Muschlig, grünlich. H. = 3·0...3·5, G. = 1·95...2·05. Dollinger Berg bei Freienstein, Steiermark. $\ddot{A}l^4\dddot{S}i + 18\dot{H}$. SCHRÖTTER.

9 *Nickelocker.* KERSTEN. Amorph. Apfelgrün. Schneeberg. $\dot{N}i^3\ddot{A}s + 8\dot{H}$.

10 *Ganomatit.* BREITHAUPT. Amorph. Gelb, braun, grün, ins Graue. Glasglanz. Weich. G. = 2·926. Joachimsthal. Gänseköthigerz.

II. RETINALLOPHAN. Amorph. Farbe braun. Strich gelb. H. = 2·0...3·0. G. = 2·4.

1. Untheilbarer. Tropfsteinartig, nierförmig, derb.

11 *Pittizit.* HAUSMANN. $\ddot{F}e\dddot{S}^2 + 2\ddot{F}e\ddot{A}s + 8\dot{H}$. Eisensinter.

12 *Diadochit.* BREITHAUPT. Tropfsteinartig, derb. Gelb bis Braun. Muschlig. $(\ddot{F}e^3\ddot{P}^3 + 12\dot{H}) + 2(\ddot{F}e\dddot{S}^2 + 12\dot{H})$.

13 *Pissophan.* ERDMANN. Nierförmig, tropfsteinartig. Grün, ins Braune. Strich weiss. Durchsichtig bis durchscheinend. H. = 2·0...2·5, G. = 1·9. Garndorf, Saalfeld, Sachsen. $\ddot{F}e$, $\ddot{A}l$, $\dddot{S}$, $\dot{H}$.

14 *Arseniksinter.* HERMANN. Amorph. Dünner Ueberzug auf Beryll, Topas, Bergkrystall. Fettglanz. Stark durchscheinend. H. = 5·0, G. = 2·5...3·0. Nertschinsk. $2\ddot{F}e^3\ddot{A}s^3 + \ddot{F}e^4\ddot{A}s^3 + 36\dot{H}$.

15 *Misy.* HAUSMANN. Nierförmig, derb. Gelb. G. = 2·729...2·880. Kolosoruk bei Bilin. $4\ddot{F}e\dddot{S} + \dot{K}\dddot{S} + 9\dot{H}$. Modum, Norwegen. $4\ddot{F}e\dddot{S} + \dot{N}a\dddot{S} + 9\dot{H}$. Gelbeisenerz. BREITHAUPT.

16 *Apatelit.* MEILLET. Kleine gelbe nierförmige Massen in Thon. Meudon, Frankreich. $\ddot{F}$, $\dddot{S}$, $\dot{H}$.

17 *Delvauxit.* (Delvauxène.) DUMONT. Derb, nierförmig. Muschlig. Schwarz ins Braune. H. = 2·0...3·0, G. = 1·85. Berneau bei Visé, Frankreich. $\ddot{F}e^2\ddot{P} + 24\dot{H}$.

III. Nemalinallophan. Orthotyp? Farbe und Strich bräunlichschwarz. H. = 2·0...2·6, G. = 2·1...2·3.

1. Prismatischer. Lange dünne eingewachsene Prismen, ohne bestimmbare Form und ohne Theilbarkeit.

18 *Pyrorthit.* Berzelius. $\dot{C}e\dddot{S}i + 3\dddot{\bar{A}}\dddot{S}i$ mit C und $\dot{\bar{H}}$.

IV. Parachrosallophan. Amorph. Farbe braun, schwarz. Strich leberbraun. H. = 4·0, G. = 2·5...2·6.

1. Untheilbarer. Derb. Farbe schwarz, an der Luft braun werdend.

19 *Sordawalit.* Nordenskiöld. Gemenge von $\dot{M}g^{2}\overset{\cdot\cdot\cdot}{\ddot{P}}$ mit $\dot{M}g^{3}\dddot{S}i^{2} + \dddot{\bar{A}}l\dddot{S}i^{2} + 2(\dddot{\bar{F}}e^{3}\dddot{S}i^{2} + \dddot{\bar{A}}l\dddot{S}i^{2})$.

20 *Hepatinerz.* Breithaupt. Amorph. Muschlig. Glasglanz. Leberbraun. H. = 5·0...5·5, G. = 3·2. Banat. $\dddot{\bar{F}}e$ etwas $\dot{C}u$, $\dot{\bar{H}}$ +. *Kupferpecherz*, weniger dicht. H. = 3·0...4·0.

21 *Hisingerit.* Berzelius. Amorph. Lagenförmig, mit zwischenliegenden Kalkspathblättchen. Schwarz. Strich grünlichgrau. Weich. G. = 3·045. Riddarhyttan, Schweden. $\dddot{\bar{F}}e\dddot{S}i + 3\dot{\bar{H}}$. Thraulit.

22 *Polyhydrit.* Breithaupt. Derb. Leberbraun. Strich graulich. H. = 2·0...3·0, G. = 2·095...2·142. Breitenbrunn, Sachsen. $\dot{F}e$, $\dddot{S}i$, $\dot{\bar{H}}$.

V. Brithynallophan. Amorph. Farbe und Strich schwarz. H. = 3·5, G. = 3·1...3·2.

1. Untheilbarer. Traubig, nierförmig, derb.

23 *Kupfermangan.* Werner. $\dot{C}u\ddot{\bar{M}}n + \ddot{\bar{M}}n^{6}\dot{\bar{H}}^{3}$.

24 *Condurrit.* Faraday. Derb, flachmuschelig. Bläulichschwarz. Weich. G. = 5·2. Condurrow Grube, Cornwall. $\dot{C}u^{6}\ddot{\bar{A}}s + 4\dot{\bar{H}}$.

25 *Mysorin.* Thomson. Dicht, schwärzlichbraun, weich. G. = 2·62. Mysore, Ostindien. $\dddot{\bar{F}}e$, $\dot{C}u^{2}\ddot{C}$. Gemenge.

VI. Ordnung. Graphite.

I. Melanographit. Rhomboedrisch. Metallisch. H. = 1·0...2·0, G. = 1·8...2·1.

1. Rhomboedrischer. Dirhomboedrisch, Q = 159° 52′, 40° 56′. Theilbarkeit 0 vollk. Blättchen biegsam. Strich schwarz

1 *Graphit.* C. Reissblei.

II. Wadgraphit. Amorph. Unvollkommen metallisch...erdig. H. = 0·5, G. = 3·7...3·75.

1. Schaumartiger. Dendritisch, nierförmig, schaummartige Ueberzüge, derb. Aus zarten schuppigen Theilchen bestehend.

2 *Wad.* v. LEONHARD. $(\dot{Ca}, \dot{Ba}, \dot{K})\,\dot{Mn}, \ddot{Mn} + 3\dot{H}$. Brauner Eisenrahm.

3 *Groroilith.* BERTHIER. Rundliche Massen. Bräunlichschwarz, Strich chocoladebraun. Groroi, Mayenne, Frankreich. $\ddot{Mn} + \dot{H}$.

III. PSILOMELANGRAPHIT. Amorph. Nicht metallisch. H. = 1·0...1·5, G. = 2·2.

1. Untheilbarer. Nierförmig, derb. Strich schwarz.

4 *Asbolan.* BREITHAUPT. $(\dot{Co}, \dot{Cu})\,\ddot{Mn}^2 + 4\dot{H}$. Schwarzer Erdkobold. Kobaltmanganerz.

5 *Kakochlor.* BREITHAUPT. Ein schwarzer Erdkobalt. H. = 2·0...2·5, G. = 2·2. Rengersdorf. $\dot{Co}, \ddot{Mn}, \dot{H}$ +.

6 *Pelokonit.* RICHTER. Amorph. Muschlig. Schimmernd. Blaulichschwarz. Strich leberbraun. H. = 3·0, G. = 2·5...2·6. Remolinos, Chili. $\dot{Mn}, \dot{Cu}, \dddot{\overline{Fe}}, \dddot{Si}$.

7 *Kupferschwärze.* WERNER. Nierförmig. Derb. Erdig. Blaulichschwarz. Strich etwas glänzend. Weich. Lauterberg, Harz. $\dot{Cu}, \dddot{\overline{Fe}}, \dddot{\overline{Mn}}, \dot{H}$.

8 *Tenorit.* SEMMOLA. Dünne sechsseitige Blättchen. Stahlgrau ins Schwarze. Schwach bräunlich, an den Kanten durchscheinend. Elastisch. Vesuv, Hauptkrater u. s. w. $\dot{Cu}$.

VII. Ordnung. STEATITE.

I. PIKROSMINSTEATIT. Orthotyp. Theilbarkeit in mehreren Richtungen deutlich. H. = 2·5...3, G. = 2·5...2·7.

Fig. 79.



1. Prismatischer. Orthotyp. $\bar{D} = 117° 49'$. Fig. 79. Theilbarkeit $\infty\breve{D}$, weniger vollkommen $\infty\bar{D}$, Spuren $\infty O = 126° 52'$. H. = 2·5...3·0, G. = 2·58...2·68.

1 *Pikrosmin.* HAIDINGER. $3\dot{Mg}^3\dddot{Si}^2 + \dot{H}$. MAGNUS.

2 *Pikrophyll.* SVANBERG. Blättrig. Schimmernd. Dunkel grünlichgrau. H. = 2·5, G. = 2·73. Sala, Schweden. $3MgSi_2 + 2aq$. v. K.

3 *Aphrodit.* BERLIN. Meerschaum ähnlich. Långbanshyttan, Schweden. $MgSi_2 + 3aq$. v. KOBELL.

4 *Villarsit.* Dufrénoy. Orthotyp. Diprismatische Kombinationen, ein Prisma = 86° 56′. Traversella, Piemont. $4MgSi + Aq$.

5 *Dermatin.* Breithaupt. Nierförmig, derb. Schwärzlichgrün. H. = 2·5, G. = 2·136. Waldheim, Sachsen. $(\dot{M}g^3, \dot{F}e^3)\ddot{S}i^2 + 4\dot{H}$. $Mg_2Si_3 + 4aq$. v. Kobell.

6 *Gymnit.* Thomson. Derb. Schmutzig orangegelb. Fettglanz. Schwach durchscheinend. G. = 2·216. Baltimore. Steht dem Hydrophit und Dermatin nahe. $\dot{M}g^2\ddot{S}i + 3\dot{H}$. Deweylit. Shepard.

7 *Nemalith.* Nuttal. Faserig. Weiss. H. = 2, G. = 2·353...2·44. Hoboken, New-Jersey. $MgSi + 2Mgaq_2$. v. Kobell.

8 *Kerolith.* Breithaupt. Amorph, nierförmig. Fettglanz. Weiss, ins Grüne, Gelbe, Graue. H. = 2·0...3·0, G. = 2·3...2·4. Kosemitz, Schlesien. $2(\dot{M}g^3\dddot{S}i^2 + \dot{H}) + \dot{M}g\dot{H}$.

II. Serpentinsteatit. Pseudomorph. Amorph. H. = 2·0...3·0. G. = 2·5...2·6.

1. Prismatischer. Orthotyp. Formen undeutlich, selten, vielleicht pseudomorph. $\breve{D}$ = 128° 31′. Spuren von Theilbarkeit nach ∞A2 = 82° 27′, ∞$\breve{D}$. Derb, dunkelgrüne Farben vorherrschend. H. = 3·0, G. = 2·5...2·6.

9 *Serpentin.* $2\dot{M}g^3\dddot{S}i^2 + 3\dot{M}g\dot{H}^2$. Deweylit, Pyknotrop, Rensselaerit, pseudomorph nach Augit, Steatoid, Ophiolith.

10 *Pikrolith.* Hausmann. Derb. Dünnstänglich. Schwacher Perlmutterglanz. Grün, ins Braune, Graue, Weisse. H. = 3·5...4·5. G. = 2·5. Taberg, Småland, Schweden. $3\dot{M}g\dot{H}^2 + 2\dot{M}g^3\ddot{S}i^2$ mit $\dot{F}e$ zum Theil statt $\dot{M}g$?

2. Hemiprismatischer. Augitisch. Theilbarkeit zwei Flächen ungleich vollkommen, die sich unter stumpfen schiefen Winkeln schneiden. Perlmutterglanz. Hauptfarbe blass gelblichgrün. H. = 2·5...3·0, G. = 2·47.

11 *Marmolith.* Nuttal. $3\dot{M}g\dot{H}^2 + 2\dot{M}g^3\dddot{S}i^2$.

12 *Hydrophit.* Svanberg. Derb, feinstänglich. Berggrün. H. = 3·0...4·0, G. = 2·65. Taberg, Småland, Schweden. $(\dot{M}g^2, \dot{F}e^2)\dddot{S}i + 3\dot{H}$. $2MgSi_2 + Mgaq_2$. v. Kobell.

13 *Rhodochrom.* Fiedler. Derb, feinschuppig. Splittrig. Grünlichschwarz, in dünnen Splittern pfirsichblüthroth. H. = 2·5...3·0, G. = 2·668. Insel Tino, Griechenland. $\dot{M}g$, $\dddot{C}r$, $\dddot{A}l$, $\dddot{S}i$, $\dot{H}$.

14 *Rocklandit.* BECK. Ein Serpentin. Graulichweisse dünne Adern. Stony Point, Rockland County, New Jersey. $\dot{Mg}$, $\dddot{Fe}$, $\ddot{Si}$, $\dot{H}$.

15 *Antigorit.* SCHWEITZER. Schiefrig. Dunkelgrün. H. = 2·5, G. = 2·62. Domo d'Ossola, Piemont. $(\dot{Mg}^3, \dot{Fe}^3)\ddot{Si}^2 + \dot{Mg}\dot{H}$. *3MgSi₂ + Mgaq.* v. KOBELL.

16 *Pyroshlerit.* v. KOBELL. Ungleich deutlich theilbar nach zwei auf einander sen' recht stehenden Richtungen. Schwacher Perlmutterglanz. Apfelgrün, in's Graue und Smaragdgrüne. H. = 3·0, G. = 2·74. Elba. $2(\dot{Mg}^3, \dot{Fe}^3)\ddot{Si} + (\dddot{Al}, \dddot{Cr})\ddot{Si} + 1\frac{1}{3}\dot{H}$. Serpentin von Åker.

17 *Chrysotil.* v. KOBELL. Fasrig. Schillernd von metallähnlichem Perlmutterglanz. Grün, ins Weisse. Reichenstein, Schlesien. $\dot{Mg}^3\ddot{S}^2 + \dot{Mg}\dot{H}^3$. Schillernder Asbest.

18 *Baltimorit.* THOMSON. Asbestähnlich, fasrig, derb. Seidenglanz. Grünlichgrau. H. = 2·5...3·0. Baltimore. $(\dot{Mg}^3, \dot{Fe}^3)\ddot{Si}^2 + \dot{Mg}\dot{H}^3$.

19 *Metaxit.* BREITHAUPT. Derb, stänglich. Perlmutterglanz. Grünlichweiss. H. = 2·0...2·5, G. = 2·2. Schwarzenberg, Sachsen. $\dot{Mg}$, $\ddot{Si}$, $\dot{H}$ +.

20 *Spadait.* v. KOBELL. Derb. Bruch unvollkommen muschlig und splittrig. Röthlich. Durchscheinend. Fettig wenigglänzend. H. = 2·5. Milde. Capo di Bove bei Rom. *4MgSi₃ + Mgaq.*

Fig. 80.



3. Tetartoprismatischer. Anorthisch. Fig. 80. Theilbarkeit nach M, r und T. Neigung von M gegen r = 144° 3′. H. = 3·5..4·0, G. = 2·55...2·6.

21 *Pyrallolith.* NORDENSKJÖLD. $6\dot{Mg}^3\ddot{Si}^2 + \dot{Ca}^3\ddot{Si}^4 + \dddot{Al}\ddot{Si}^2 + 2\dot{H}$.

22 *Retinalith.* THOMSON. Derb. Harzartiges Ansehen. Fettglanz. Bräunlichgelb. H. = 3·5, G. = 2·493. Granville, Unter-Canada. $2\dot{Na}\ddot{Si} + \dot{Mg}^3\ddot{Si} + 7\dot{H}$.

23 *Chonikrit.* v. KOBELL. Derb. Matt. Weiss. Milde. H. = 2·5...3·0, G. = 2·91. Elba. $(\dot{Mg}^3, 3\dot{Ca}^3, \dot{Fe}^3)\ddot{Si} + 2\dddot{Al}^2\ddot{Si} + 6\dot{H}$.

24 *Kymatin.* Derb. Dünnstänglich. Breite wellenförmig gebogene Partien. Perlmutterglanz. Licht grünlichgrau. H. = 2·0...3·0, G. = 2·9...2·98. Reichenbach, Voigtland. $\dot{Ca}\ddot{Si} + (\dot{Mg}^3, \dot{Fe}^3)\ddot{Si}^2$. Amphibolformel. RAMMELSBERG.

25 *Peponit.* BREITH. Derb. Theilb. prismatisch. Glasglanz. Berglauchgrün. H. = 2·5...3·0, G. = 2·969. Schwarzenberg, Sachsen.

26 *Prasilith.* Thomson. Dicht, fasrig, wenig zusammenhängend. Dunkellauchgrün. Undurchsichtig. H. = 1·0, G. = 2·311. Kilpatrikhills, Schottland. $\dot{\mathrm{Mg}}$, $\dot{\mathrm{Fe}}$, $\dddot{\mathrm{Al}}$, $\dddot{\mathrm{Si}}$, $\dot{\mathrm{H}}$.

III. Glyphinsteatit. Pseudomorph, amorph. H. = 1·5...3·0, G. = 2·6...2·65.

1. Pseudomorpher. Pseudomorphosen verschiedener Systeme, derb. Bruch erdig...splittrig. H. = 1·5, G. = 2·6...2·65.

27 *Steatit.* $\dot{\mathrm{Mg}}\dddot{\mathrm{Si}} + \dot{\mathrm{H}}$. Speckstein. Steatit von Snarum. $(\dddot{\mathrm{Al}}, \dddot{\mathrm{Fe}})\,\dddot{\mathrm{Si}}^2 + 6\dot{\mathrm{Mg}}\dot{\mathrm{H}}$. Anders geschrieben wird die Chloritformel daraus. Ram.

28 *Hydrotalkit.* G. Rose. Steatitähnlich, den Steatit von Snarum begleitend. $3\dot{\mathrm{Mg}}^2\ddot{\mathrm{C}} + 2\dot{\mathrm{Mg}}^3(\dddot{\mathrm{Al}}, \dddot{\mathrm{Fe}}) + 24\dot{\mathrm{H}}$. Rammelsberg.

29 *Rhaphilith.* Thomson. Zarte nadelförmige Krystalle, büschelförmig gruppirt. Glas...Perlmutterglanz. Weiss ins Blaulichgrüne. Etwas biegsam. H. = 4·0, G. = 2·85, Perth, Ober-Canada. $3\dot{\mathrm{K}}\dddot{\mathrm{Si}} + (\dot{\mathrm{Ca}}^3, 4\dot{\mathrm{Mg}}^3, \dot{\mathrm{Fe}}^3)\,\dddot{\mathrm{Si}}^2 + 1\tfrac{1}{2}\,\dddot{\mathrm{Al}}\dddot{\mathrm{Si}}^2$.

30 *Fahlunit.* Hisinger. Pseudomorph nach Cordierit, derb. Grün, braun. Bruch muschlig. H. = 2·5...3·0, G. = 2·5...2·8. Fahlun. $(\dot{\mathrm{Mg}}^3, \dot{\mathrm{Mn}}^3, \dot{\mathrm{K}}^3, \dot{\mathrm{Na}}^3, \dot{\mathrm{Fe}}^3)\,\dddot{\mathrm{Si}}^2 + 3(\dddot{\mathrm{Al}}, \dddot{\mathrm{Fe}})\,\dddot{\mathrm{Si}} + 6\dot{\mathrm{H}}$.

31 *Bonsdorffit.* Thomson. Pseudomorph. Sechsseitige Prismen. Theilbarkeit 0 vollkommen. Fettglanz. Grünlichbraun. H. = 3·0...3·5. Åbo, Finnland. $(\dot{\mathrm{Mg}}^3, \dot{\mathrm{Fe}}^3)\,\dddot{\mathrm{Si}}^2 + 3\dddot{\mathrm{Al}}\dddot{\mathrm{Si}} + 2\dot{\mathrm{H}}$. Hydrous Iolite. Thomson.

32 *Huronit.* Thomson. Geschiebe, unvollkommen theilbar. H. wenig über 3·0, G. = 2·8. Huronsee, Nordamerika. $(\dot{\mathrm{Ca}}^3, \dot{\mathrm{Mg}}^3, \dot{\mathrm{Fe}}^3)\,\dddot{\mathrm{Si}}^2 + \dddot{\mathrm{Al}}\dddot{\mathrm{Si}} + 3\dot{\mathrm{H}}$. Gemenge.

33 *Kirwanit.* Thomson. Kugeln, excentrisch fasrig. Olivengrün. H. = 2·0, G. = 2·9. Mourne, Irland. $3(\dot{\mathrm{Ca}}^2, \dot{\mathrm{Fe}}^2)\,\dddot{\mathrm{Si}} + \dddot{\mathrm{Al}}\dddot{\mathrm{S}} + 2\dot{\mathrm{H}}$.

34 *Praseolith.* Erdmann. Vier- bis zwölfseitige Prismen. Theilbarkeit nach einer Richtung. Grün. = 3·5, G. = 2·754. Bamle, Norwegen. $(\dot{\mathrm{Mg}}^3, \dot{\mathrm{Fe}}^3)\,\dddot{\mathrm{Si}} + 2\dddot{\mathrm{Al}}\dddot{\mathrm{Si}} + 3\dot{\mathrm{H}}$.

35 *Pyrargillit.* Nordenskjöld. Orthotyp, undeutliche eingewachsene Krystalle. Schwacher Fettglanz. Schwarz ins Braune, Rothe. H. = 3·5, G. = 2·5. Helsingfors, Finnland. $(\mathrm{Fe}, \dot{\mathrm{Mn}}, \dot{\mathrm{Mg}}, \dot{\mathrm{Na}}, \dot{\mathrm{K}})\,\dddot{\mathrm{Si}} + \dddot{\mathrm{Al}}\dddot{\mathrm{Si}} + 4\dot{\mathrm{H}}$.

36 *Agalmatolith.* v. Leonhard. Derb. Bruch splittrig. H. = 3·0, G. = 2·8...2·92. $\dot{\mathrm{K}}\dddot{\mathrm{Si}} + 2\dddot{\mathrm{Al}}^2\dddot{\mathrm{Si}}^3 + 3\dot{\mathrm{H}}$. Bildstein. Untheilbarer Glyphin-Steatit.

37 *Scarbroit.* VERNON. Derb. Muschlig. Matt. Weiss. G. = 1·48. Glänzend im Strich. Blätter zwischen Brauneisenstein. Scarborough, England. $\dddot{Al}$, $\dddot{Si}$, $\dot{H}$. RAMMELSBERG.

38 *Gieseckit.* STROMEYER. Rhomboedrisch. Form 0. ∞R. ∞Q. Fettglanz. Grünlichgrau. H. = 2·5...3·0, G. = 2·832. Pseudomorph nach Nephelin. Grönland. $\dot{K}$, $\dot{Fe}$, $\dddot{Al}$, $\dddot{Si}$, $\dot{H}$.

39 *Liebenerit.* STOTTER. Pseudomorph nach Nephelin. Fettglanz, geringe Grade. Blass grünlichgrau. An den Kanten durchscheinend. Milde. H. = 3·0, G. = 2·799. Predazzo, Tirol. $\dot{K}\dddot{Si}^2 + 3\dddot{Al}\dddot{Si} + 3\dot{H}$. OELLACHER.

2. Peritomer. Orthotyp. ∞O = 135°. Theilbarkeit ∞O, ∞$\bar{D}$. H. = 4·0, G. = 2·65.

40 *Killinit.* TAYLOR. $\dot{K}$, $\dddot{Al}$, $\dddot{Si}$, $\dot{H}$.

41 *Terenit.* EMMONS. Pyramidal. Theilbar nach den zwei quadratischen Prismen. Gelblich...grünlichweiss. Schwacher Perlmutterglanz. H. = 2·0, G. = 2·53. Zerbrechlich. Antwerp, St. Lorenz, New-York. Verwitterter Skapolith?

42 *Pinit.* WERNER. Pseudomorph nach Cordierit. Zusammensetzungsflächen nach 0. H. = 2·0...2·5, G. = 2·75...2·85. ($\dot{K}$, $\dot{Mg}$, $\dot{Fe}$) $\dddot{Si}$, + $\dddot{Al}\dddot{Si}$. Rhomboedrischer Serpentin - Steatit.

43 *Gigantolith.* NORDENSKJÖLD. Rhomboedrisch. Zwölfseitige Prismen von 148° und 152°, durch den Endflächen parallele Chloritlagen in Lamellen getrennt. Grünlichgrau. H. = 3·5, G. = 2·862...2·878. Tammela, Finnland. $\dot{R}\dddot{Si} + \dddot{Al}\dddot{Si} + \dot{H}$, R = Fe, Mn, Mg, K. Pseudomorph nach Cordierit.

44 *Stellit.* THOMSON. Sternförmig strahlige Krystalle. Perlmutterglanz. Schneeweiss. H. = 3·0...3·5, G. = 2·612. Kilsyth, Schottland. ($\dot{C}a^3$, 5$\dot{M}g^3$, $\dot{F}e^3$) $\dddot{Si}^2$ + $\dddot{Al}\dddot{Si}$ + 6$\dot{H}$.

45 *Gilbertit.* THOMSON. Derb. Seidenglanz. Gelblichweiss. Durchscheinend. Milde. H. = 2·75, G. = 2·648. Stonagwinn, Cornwall. 2 ($\dddot{Al}$, $\dddot{Fe}$) $\dddot{Si}$ + $\dot{H}$.

46 *Plinthit.* THOMSON. Derb, flachmuschlig, erdig. Ziegelroth. H. = 2·0...3·0, G. = 2·34. Antrim, Irland. ($\dddot{Al}$, $\dddot{Fe}$) $\dddot{Si}$ + 3$\dot{H}$.

47 *Gibbsit.* TORREY. Tropfsteinartig, traubig. Grünlichweiss. H. wenig über 3·0, G. = 2·400. Richmond, Massachusetts, N. A. $\dddot{Al}\dot{H}^3$.

48 *Osmelith.* Breithaupt. Derb. Exzentrischstänglich. Perlmutterglanz in den Glasglanz. Grau, ins Weisse, Gelbe, Braune. H. = 4·0, G. = 2·799. Wolfstein, Rheinbaiern.

VIII. Ordnung. Glimmer.

1 *Talk.* Werner. Augitisch. Sechsseitige Blättchen. Zwei optische Axen, Winkel = 7° 24′. Mittellinie senkrecht auf die Blättchen und die ausgezeichnete Theilbarkeit. Blass apfelgrün. Biegsam. H. = 1·0, G. = 2·68...2·75. Greiner, Tirol. $\dot{\mathrm{Mg}}\ddot{\mathrm{Si}}$. Topfstein.

2 *Pyrophyllit.* Herrmann. Theilbarkeit monotom. Sternförmige Büschel. Perlmutterglanz, in den Fettglanz. Apfelgrün ins Weisse und Gelbe. Biegsam. H. = 1·0. Pyschminsk bei Katharinenburg, Sibirien. $\dot{\mathrm{Mg}}^3\ddot{\mathrm{Si}}^2 + 9\dddot{\mathrm{Al}}\dddot{\mathrm{Si}}^2 + 9\dot{\mathrm{H}}$. Der *Vermiculit* von Thomson, von Millbury, Massachusetts, gehört nach Teschemacher hierher.

3 *Anauxit.* Breith. Derb, monotom. Perlmutterglanz. Grünlichweiss. H. = 2·0...3·0, G. = 2·66. Bilin. $\dddot{\mathrm{Si}}$, $\dddot{\mathrm{Al}}$, $\dot{\mathrm{Mg}}$, $\dot{\mathrm{Fe}}$, $\dot{\mathrm{H}}$.

4 *Didrimit.* Schaffhäutl. Derb, krystallinisch zartschuppig. Perlmutterglanz, geringe Grade. Grünlichweiss. An den Kanten durchscheinend. H. = 1·5...2·0, G. = 2·753. Zillerthal, Tirol. $\dot{\mathrm{K}}$, $\dddot{\mathrm{Fe}}$, $\dddot{\mathrm{Al}}$, $\dddot{\mathrm{Si}}$, $\dot{\mathrm{Ca}}\ddot{\mathrm{C}}$. Amphilogit, Talkschiefer.

5 *Margarodit.* Schaffhäutl. Derb, körnig, glimmerähnlich. Perlmutterglanz, schimmernd. Schwach an den Kanten durchscheinend. H. = 2·0...3·0, G. = 2·872. Greiner, Tirol. $\dot{\mathrm{K}}$, $\dot{\mathrm{Na}}$, $\dddot{\mathrm{Al}}$, $\dddot{\mathrm{Si}}$. Der sogenannte verhärtete Talk, in den der schwarze Turmalin eingewachsen ist.

6 *Paragonit.* Schaffhäutl. Derb, zartschuppig. Perlmutterglanz. Schimmernd. Gelblich und graulich weiss. An den Kanten durchscheinend. Milde. H. = 2·0...2·5, G. = 2·779. St. Gotthard, Schweiz. $\dot{\mathrm{Na}}$, $\dddot{\mathrm{Al}}$, $\dddot{\mathrm{Si}}$ und etwas $\dddot{\mathrm{Fe}}$, $\dot{\mathrm{H}}$. Die Grundmasse, in welche die Kyanitkrystalle eingewachsen sind.

7 *Nacrit.* Vauquelin. Weiss. Feinschuppig. H. = 0·5...1·0, G. = 2·3...2·6. Aus den Alpen. $\dot{\mathrm{K}}$, $\dddot{\mathrm{Fe}}$, $\dddot{\mathrm{Al}}$, $\dddot{\mathrm{Si}}$. Die Varietät von Allier nach Guillemin. $\dddot{\mathrm{Al}}\dddot{\mathrm{Si}} + 2\dot{\mathrm{H}}$. Talcit, Pholerit.

8 *Hydrargillit.* G. Rose. Rhomboedrisch. Krystalle 0 . ∞R . ∞Q. Theilbarkeit 0, vollkommen mit Perlmutterglanz. Uebrigens Glasglanz. Licht röthlichweiss. H. = 2·5...3·0. Achmatowsk. $\dddot{\mathrm{A}}$, $\dot{\mathrm{H}}$.

9 *Fuchsit.* SCHAFFHÄUTL. Zartschuppig, schiefrig. Perlmutterglanz, seidenartig. Smaragdgrün, in das Grasgrüne. Strich apfelgrün. H. = 1·5, G. = 2·856. Schwarzenstein, Zillerthal, Tirol. $(\dot{K}, 3\dot{Na}, \dot{Mg})\dddot{Si} + (\ddot{Al}, 8\ddot{Cr}, \ddot{F})\dddot{Si}$.

10 *Leuchtenbergit.* KOMONEN. Rhomboedrisch. Sechsseitige Tafeln. Theilbarkeit 0 vollkommen. Perlmutterglanz. Gelblichweiss. Durchscheinend. Milde. H. = 1·5...2·0, G. = 2·71. Slatoust, Ural. $\ddot{Al}\dddot{Si} + \dot{Mg}^3\dddot{Si} + 3\dot{Mg}\dot{H}$.

11 *Ripidolith.* v. KOBELL. Dirhomboedrisch. Theilbarkeit 0 ausgezeichnet. Grün, zuweilen licht. Strich ungefärbt. Base dunkelgrün, Axe hyazinthroth. H. = 2·0...3·0, G. = 2·615...2·68. Achmatowsk, Sibirien. $(\dot{Mg}, \dot{Fe})\dddot{Si} + (\ddot{Al}, \ddot{Fe})\dddot{Si} + 4\dot{Mg}\dot{H}$.

12 *Pennin.* FRÖBEL. Rhomboedrisch. R. = 63° 15′. Theilbarkeit 0 ausgezeichnet. Grün. Base dunkelgrün, Axe hyazinthroth. Strich grünlichweiss. H. = 2·0...3·0, G. = 2·629...2·659. Zermatt, Wallis. $2\dot{Mg}\ddot{Al} + 5\dot{Mg}^2\dddot{Si}\dot{H}^2$.

I. TALKGLIMMER. Rhomboedrisch, augitisch. Strich ungefärbt...grün. H. = 1·0...2·5, G. = 2·7...3·0.

1. Axotomer. Dirhomboedrisch. Neigung von Q gegen 0 = 105° 20′ ungefähr. BR. (Q = 132° 40′, 106° 50′. DESCLOIZEAUX.)

Fig. 81.



Fig. 81. Theilb. 0 ausgezeichnet. Blättchen biegsam. Strich grünlichgrau. H. = 1·0...1·5, G. = 2·78...2·88.

13 *Chlorit.* Zillerthal. Lophoit. $(\dot{Mg}^3, \dot{Fe}^3)\dddot{Si} + \ddot{Al}\dddot{Si} + 3\dot{Mg}\dot{H}$. Mehr $\dot{Mg}$ als $\dot{F}$.

14 *Wasserglimmer.* (MORIN, DANA). Orthotyp. Ein rhombisches Prisma, mit Abstumpfung der scharfen Kante. Theilbarkeit monotom 0. Farbe 0 schwarz, ∞O roth. Biegsam. Vom Nagel geritzt. Fettig anzufühlen. Monte Rosa, Piemont. $\dot{Ca}, \dot{Fe}, \dot{Mn}, \ddot{Al}, \dddot{Si}, \dot{H}$. Varietät von Pennin?

15 *Onkoit.* BREITHAUPT. Dirhomboedrisch. Theilbarkeit 0 ausgezeichnet. Grünlichschwarz. Strich seladongrün. Blättchen biegsam. H. = 2·0...2·5, G. = 2·926...2·962. St. Gotthard u. s. w. $(\dot{Mg}^3, \dot{Fe}^3)\dddot{Si} + \ddot{Al}\dddot{Si} + 3\dot{Mg}\dot{H}$. Mehr $\dot{Fe}$ als $\dot{Mg}$. Chlorit von Rauris. v. KOBELL.

16 *Grengesit.* HISINGER. Halbkuglig. Strahlig. Dunkelgrün. Strich graulichgrün, etwas glänzend. H. = 2·0, G. = 3·1. Grengesberg, Dalekarlien, Schweden. $\dot{Mn}, \dot{Fe}, (\dot{Mn}), \ddot{Al}, \dddot{Si}, \dot{H}$, ganz wie Chlorit.

17 *Thuringit.* Breithaupt. Derb, monotom. Perlmutterglanz. Olivengrün. Strich zeisiggrün. H. = 2·0...2·5, G. = 3·151...3·157. Schmiedefeld, Saalfeld.

18 *Piklit.* Sefström. Zwischen Glimmer und Talk, von Fahlun.

2. Rhomboedrischer. Dirhomboedrisch. Neigung von 0 gegen 0 = 105° 26′. Br. Theilbarkeit 0 höchst vollkommen und ausgezeichnet. Strich ungefärbt. H. = 2·5...3·0, G. = 2·85...2·9.

19 *Meroxen.* H. $(\dot{K}^3, \dot{M}g^3, \dot{F}e^3)\dddot{S}i + (\ddot{\bar{A}}l, \ddot{\bar{F}}e)\dddot{S}i$. Astrites meroxenus. Breithaupt. Optisch einaxiger Glimmer vom Vesuv.

20 *Chromglimmer.* Schafhäutl. Theilbare Individuen, zum Theil zu schiefen Prismen gruppirt. Optisch zweiaxig. Perlmutterglanz. Schmutzig gelbliches Grün. Strich, das feine Pulver schön lichtgrün. Biegsam, zerreiblich. G. = 2·750. Schwarzenstein, Zillerthal, Tirol. $\dot{K}$, $\dot{M}g$, $\dddot{\bar{C}}r$, $\dddot{\bar{F}}e$, $\dddot{\bar{A}}l$, $\dddot{S}i$, vornehmlich.

21 *Phlogopit.* Breithaupt. Augitisch. ∞A = 121° 15′. Neigung von $n\bar{H}$ 75°, 22°? Theilbarkeit 0, ausgezeichnet. Perlmutterglanz. Hyazinthroth...braun, blass. H. = 2·5...3·0, G. = 2·75...2·80. New-York (Antwerp, Breithaupt, Jefferson County, Meitzendorff). Schmelzbar. $K\bar{F} + 3\dot{M}g^3\dddot{S}i + 2\ddot{\bar{A}}l\dddot{S}i$.

22 *Rubellan.* Breithaupt. R = 106° 6′. Theilbarkeit sehr vollkommen nach 0. Pechschwarz, frisch; röthlichbraun, verwittert. Strich lichtgrau. Etwas elastisch. H. = 2·0...3·0, G. = 2·65...2·75. Schima, Mittelgebirg, Böhmen. $\dot{N}a$, $\dot{K}$, $\dot{M}g$, $\ddot{\bar{F}}e$, $\ddot{\bar{A}}l$, $\dddot{S}i$.

3. Hemiprismatischer. Augitisch. ∞A = 60° 0′ ungefähr. Abweichung der Axe = 10° 0′ in der Ebene ∞$\breve{D}$. Fig. 82.

Fig. 82.



Ebene der optischen Axen in der Längsfläche. Theilbarkeit 0 höchst ausgezeichnet. Blättchen elastisch. Strich ungefärbt. H. = 2·0...2·5, G. = 2·8...3·0.

23 *Glimmer.* $\dot{K}\dddot{S}i + 4(\ddot{\bar{A}}l, \ddot{\bar{F}}e)\dddot{S}i$. Optisch zweiaxiger Glimmer aus Sibirien, Brasilien u. s. w.

24 *Glimmer vom Vesuv.* Augitisch. Sechsseitige Tafeln 0.∞A.∞$\breve{D}$. Winkel ∞A = 120° 46′, 0.∞A = 98° 40′. Theilb. 0 ausgezeichnet. Schwärzlich grün. $(\dot{K}^3, \dot{M}g^3, \dot{F}e^3)\dddot{S}i + (\ddot{\bar{A}}l, \ddot{\bar{F}}e)\dddot{S}i$. Chodnew.

25 *Zinnwaldit.* H. Augitisch. Dicke sechsseitige Tafeln. Theilbarkeit 0 ausgezeichnet. Graulichweiss. Optisch zweiaxig. H. =

2·5...3·0, G. = 2·94...2·95. Zinnwald, Böhmen. (K, L, Na) $\bar{F}$ + $(\dddot{Al}^3, \dddot{\bar{Fe}}^2, \dddot{Mn}^2)\,\dddot{Si}^3$. Glimmer von Zinnwald.

26 *Lepidolith.* Augitisch. Optisch zweiaxig. Theilbarkeit 0 ausgezeichnet. Rosen...pfirsichblüthroth. Perlmutterglanz. Elastisch. H. = 2·0...2·5, G. = 2·8...2·9. Rozena, Mähren. (K, Li, Na) $\bar{F}$ + $(\dddot{Al}, \dddot{\bar{Mn}}^2)\,\dddot{Si}^2$.

II. MELANGLIMMER. Rhomboedrisch. Strich dunkel lauchgrün. H. = 2·5, G. = 3·3...3·4.

Fig. 83.



1. Rhomboedrischer. Rhomboedrisch. Polarische Hemiedrie. Theilbarkeit 0. Blättchen elastisch.

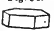
27 *Cronstedtit.* STEINMANN. $(\dot{Fe}^3, \dot{Mn}^3, \dot{Mg}^3)\,\ddot{Si}$ + $\dddot{\bar{Fe}}\dot{\bar{H}}^3$. Chloromelan.

28 *Sideroschisolith.* WERNEKINK. Rhomboedrisch. Gestalten: 0, Q, ∞R. Theilbarkeit 0, vollkommen. Sammetschwarz. Strich dunkellauchgrün. H. = 2·5, G. = 3·0. Conghonas do Campo, Brasilien. $\dot{Fe}^6\ddot{Si} + 2\dot{\bar{H}}$.

29 *Stilpnomelan.* GLOCKER. Theilbarkeit monotom, ausgezeichnet, zuweilen gekrümmt. Grünlichschwarz. Strich lichter. H. = 3·0...4·0, G. = 3·0...3·4. Zuckmantel, Schlesien. $2\dot{Fe}^3\dddot{Si}^2$ + $\dddot{Al}\dddot{Si}^2 + 6\dot{\bar{H}}$.

III. KUPHONGLIMMER. Rhomboedrisch. H. = 2·0, G. = 2·3...2·4.

Fig. 84.



1. Rhomboedrischer. Fig. 84. Theilbarkeit 0, vollkommen. Dünne Blättchen, biegsam.

30 *Brucit.* $\dot{Mg}\dot{\bar{H}}$. Native Hydrate of Magnesia. BREWSTER.

IV. PERLGLIMMER. Rhomboeder, augitisch. H. = 3·5...4·5, G. = 3·0...3·1.

1. Rhomboedrischer. Rhomboedrisch. Theilbarkeit 0. Perlmutterglanz. H. = 4·0...4·5, G. = 3·0...3·1.

31 *Clintonit.* $\dot{R}\dddot{Si} + \dot{R}^3\dddot{Al}^2 + \dot{\bar{H}}$. R = Ca, Mg, Fe. Seybertit, Xanthophyllit, Chrysophan. Holmite.

32 *Kämmererit.* v. WÖRTH und v. NORDENSKJÖLD. Rhomboedrisch. 0 . ∞Q. Vollkommene Theilbarkeit nach o. Perlmutterglanz. Röthlichviolet ins Grüne. H. = 1·5...2·0, G. = 2·76. Katschkanar, bei Bissersk, Ural. $2(\dot{Mg}, \dot{Ca}, \dot{Fe})\,\ddot{Si} + (\dddot{Al}, \dddot{\bar{Cr}})\,\ddot{Si} + 5\dot{\bar{H}}$.

2. **Hemiprismatischer.** Augitisch. $\infty A = 120°$ ungefähr. Theilbarkeit 0. H. = 3·5...4·5, G. = 3·0...3·5.

33 *Margarit.* Fuchs. $\dot{C}a$, $\dot{F}e$, $\dot{N}a$, $\ddot{\ddot{A}}l$, $\dddot{S}i$ +.

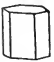


Fig. 85.

3. **Axotomer.** Rhomboedrisch. $Q = 130° 18'$, $115° 37'$. Fig. 85. Theilbarkeit 0 vollkommen, ∞Q unvollkommen. Metallähnlicher Perlmutterglanz auf 0. H. = 4·0...4·5, G. = 3·0...3·1.

34 *Pyrosmalit.* Hausmann. $FeCl^3 + \dot{F}e\dot{H}^6 + 4(\dot{F}e^3, \dot{M}n^3)\dddot{S}i^2$.

35 *Chlorophyllit.* Jackson. Pseudomorph nach Cordierit. Sechsseitige Prismen. Perlmutterglänzende Krystallschalen parallel der Endfläche. Grün, bräunlich. Spröde. H. = 1·5...2·0 auf 0, bis 5 an den Ecken. G. = 2·7. Haddam. $\dot{M}g$, $\dot{M}n$, $\dot{F}e$, $\ddot{\ddot{A}}l$, $\dddot{S}i$, $\dot{H}$.

Esmarkit. Erdmann. $(\dot{M}g^3, \dot{F}e^3, \dot{M}n^3)\dddot{S}i^2 + 3\ddot{\ddot{A}}l\dddot{S}i + 3\dot{H}$.

36 *Chloritoid.* Breith. Derb, krummschalig blättrig. Schwärzlichgrün. H. = 5·5...6·0, G. = 3·55. Kosoibrod, Ural. $(\dot{F}e^3, \dot{M}g^3)\dddot{S}i + \ddot{\ddot{A}}l\dddot{S}i + 9\dot{H}$. Barytophyllit. Masonit.

37 *Sismondin.* Delesse. Varietät von Chloritoid. St. Marcel, Piemont. $\dot{F}e^4\dddot{S}i^3 + 5\ddot{\ddot{A}}l\dot{H}$.

38 *Lepidomelan.* Soltmann. Sechsseitige Tafeln, schuppig-blättrig. Theilbarkeit nicht wahrnehmbar. Glasglanz, diamantartig. Rabenschwarz bis lauchgrün. Strich berggrün. H. = 3, G. = 3·0. Persberg, Wermeland, Schweden. $(\dot{F}e^3, \dot{K}^3)\dddot{S}i + 3(\ddot{\ddot{A}}l, \ddot{\ddot{F}}e)\dddot{S}i$.

39 *Phyllit.* Thomson. Schwarze, glimmerartige Schuppen. Sterling, Massachusetts. $\dot{K}$, $\dot{M}g$, $\ddot{\ddot{F}}e$, $\ddot{\ddot{A}}l$, $\dddot{S}i$, $\dot{H}$.

IX. Ordnung. Spathe.

1 *Ottrelith.* Kleine, dünne sechsseitige Tafeln, eingewachsen in Grauwackenschiefer. Grünlichgrau. Ritzt Glas leicht. G. = 4·40. Ottrez, bei Stavelot, Grenze von Limburg und Luxemburg. $(\dot{F}e^3, \dot{M}n^3)\dddot{S}i^2 + 2\ddot{\ddot{A}}l\dddot{S}i + \dot{H}$. Karstin.

I. Schillerspath. Orthotyp, augitisch, anorthisch. Theilbarkeit monotom, vollkommen. Metallähnlicher Perlmutterglanz. H. = 3·5...6·0, G. = 2·6...3·4.

1. **Diatomer.** Anorthisch. Theilbarkeit prismatoidisch. H. = 3·5...4·0, G. = 2·6...2·8.

2 *Bastit.* H. $4MgSi_2 + Mgaq^4$. v. Kobell. Schillerstein von der Baste, Harz. Werner.

2. **Hemiprismatischer.** Augitisch, $\infty A = 86^\circ\, 0'$. Abweichung der Axe $= 18^\circ\, 0'$ ungefähr in der Ebene $\infty\bar{D}$. Theilbarkeit $\infty\breve{D}$ sehr vollkommen. 0, ∞A und $\infty\bar{D}$ Spuren. H. $=$ 4·0...5·0, G. $=$ 3·0...3·3.

3 *Bronzit.* HAUSMANN. $7\dot{Mg}^3\dddot{Si}^2 + 2\dot{Fe}^3\dddot{Si}$. Lotalit? Phästin, pseudomorph.

4 *Vanadin-Bronzit.* SCHAFFHÄUTL. Grossblättrig. Monotom. Etwas gekrümmte Flächen. Perlmutterglanz. Grünlichgrau. H. $=$ 4·0, G. $=$ 3·255. Bracco, Genua. $\dot{Na}$, $\dddot{V}$, $\dot{Fe}$, $\dot{Mg}$, $\dot{Ca}$, $\ddot{Al}$, $\dddot{Si}$, $\dot{H}$, ähnlich dem Salzburgischen nach v. KOBELL Diallage.

5 *Diallage.* v. KOBELL. Monotom, vollkommen. Metallähnlicher Perlmutterglanz. Licht grau. Leicht zersprengbar. G. $=$ 3·2. Schmelzbarkeit zwischen Almandin und Strahlstein. Grossari, Salzburg. $(\dot{Ca}^3, \dot{Mg}^3)\,\dddot{Si}^2$. Bronzit.

3. **Prismatoidischer.** Orthotyp? $\infty O = 93^\circ\, 0'$ ungefähr. Theilbarkeit ∞O deutlich, $\infty\breve{D}$ sehr vollkommen. $\infty\bar{D}$ Spuren. H. $=$ 6·0, G. $=$ 3·3...3·4.

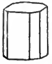
6 *Hypersthen.* HAÜY. $(\dot{Fe}, \dot{Mg}, \dot{Ca}, \dot{Mn})^3\,\dddot{Si}^2$. Pautit. Gedrit? DUFRÉNOY. Pyreneen.

4. **Prismatischer.** Orthotyp? $\infty O = 124^\circ\, 30'$. Theilbarkeit ∞O, $\infty\bar{D}$ vollkommener, $\infty\breve{D}$ weniger vollkommen. Der metallähnliche Perlmutterglanz in den Glasglanz geneigt. H. $=$ 5·0...5·5, G. $=$ 3·0...3·0.

7 *Anthophyllit.* WERNER. $\dot{Fe}\dddot{Si} + \dot{Mg}^3\dddot{Si}^2$.

II. DISTHENSPATH. Orthotyp, augitisch, anorthisch. Theilbarkeit prismatoidisch, sehr vollkommen und ausgezeichnet. Vollkommener Perlmutterglanz. H. $=$ 5·0...7, G. $=$ 3·2...3·7.

Fig. 86.



1. **Prismatischer.** Anorthisch. Theilbarkeit drei Flächen von verschiedener Vollkommenheit. Neigung der vollkommensten M gegen die weniger vollkommene $P = 106^\circ\, 15'$. H. $=$ 5·0...7·0, G. $=$ 3·5...3·7.

8 *Kyanit.* $\ddot{Al}^3\dddot{Si}^2$. Sapparit. Disthen. Cyanit.

9 *Xenolith.* NORDENSKIÖLD. Fasrige Massen aus feinen Prismen von 91°. Glasglanz in den Perlmutterglanz. Weiss, graulich, gelblich. H. $=$ 7·0, G. $=$ 3·58. Peterhoff, Russland. $\ddot{Al}\dddot{Si}$. Kyanit mit den Bestandtheilen des Andalusits. Vielleicht pseudomorph.

10 *Bucholzit.* Brandes. Fasrig. Grünlichgrau. H. = 6·0...7·0, G. = 3·193. Faitigl, Tirol. $\dddot{A}l\dddot{S}i$. Faserkiesel. Fibrolith, Bournon, von Carnatik, Ostindien. Xenolith.

11 *Bamlit.* Erdmann. Strahiig. Grauiichweiss. H über 6·0, G. = 2·984. Bamle, Norwegen. $\dddot{A}l^2\dddot{S}i^3$.

12 *Wörthit.* Hess. Derb, verworren stänglich. Theilbar nach einer Richtung. Perimutterglanz. Weiss. Ritzt Quarz. G. = 3·0? Geschiebe bei St. Petersburg. $\dddot{A}l$, $\dddot{S}i$, $\dot{H}$.

2. Eutomer. Orthotyp? Theiibarkeit $\infty\breve{D}$ höchst vollkommen. $\infty O = 130°$. Neigung von ∞O = gegen $\infty\breve{D} = 115°$ und 65°. (Schemnitz. Der sibirische mit denselben Winkeln wird anorthisch beschrieben.) H. = 5·0...6·5. G. = 3·3...3·5.

Fig. 87.



13 *Diaspor.* Haüy. $\dddot{A}l^3$, $\dot{H}^2$.

3. Prismatoidischer. Anorthisch, $\infty A = 98°$, $r\frac{A}{4}$ gegen $r\infty A = 105°$, Dana. Theilb. $\infty\breve{H}$. H. = 6·0...7·0, G. = 3·2...3·3.

14 *Sillimanit.* Bowen. $\dddot{A}l\dddot{S}i$.

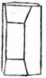
15 *Anthosiderit.* Hausmann. Excentrisch fasrig. Seidenglanz, schwach. Ochergelb ins Braune. Sehr zähe. H. = 6·5, G. = 3·0. Antonio Pereira, Brasilien. $\dddot{F}e\dddot{S}i^3$.

16 *Krokydolith.* Hausmann und Stromeyer. Fasrig, asbestähnlich. Indigblau. Fasern elastich. H. = 4·0, G. = 3·2...3.3. Oranje Rivier, Capland. $(\dot{N}a^3, \dot{M}g^3)\dddot{S}i^4 + 3\dot{F}e\dddot{S}i^2 + x\dot{H}$. Blaueisenstein. Gemenge?

III. Triphanspath. Orthotyp. Theilbarkeit von geringer, nur nach einer Richtung etwas grösserer Vollkommenheit. Farbe nicht blau. H. = 6·0...7·0, G. = 2·8...3·0. G. = 3·0 und mehr: H. = 6·5 und mehr. H. = 7·0: nicht amorph.

1. Prismatischer. Orthotyp. $\infty O = 93°\ 0'$. Theilb. ∞O, etwas vollkommener $\infty\breve{D}$. H. = 6·5...7·0, G. = 3·0...3·2. Fig. 88.

17 *Spodumen.* Werner. Triphan. $\dot{L}\dddot{S}i^2 + \dddot{A}l\dddot{S}i^2$.



2. Axotomer. Orthotyp, $\infty O = 99°\ 56'$. Fig. 88. Theilb. ∞O, vollkommener 0. H. = 6·0...7·0, G. = 2·8...3·0.

18 *Prehnit.* Werner. $\dot{C}a^2\dddot{S}i + \dddot{A}l\dddot{S}i + \dot{H}$. Kupholit. Chiltonit.

19 *Aedelforsit.* RETZIUS. Undeutlich orthotyp, stänglich. Weiss ins Graue und Röthliche. $H. = 6{\cdot}0$, $G. = 2{\cdot}6$. Aedelfors, Schweden. $\dot{Ca}\dddot{Si} + \dddot{\bar{Al}}\dddot{Si}^3 + 4\dot{H}$. Edelit.

20 *Brevicit.* BERZELIUS. Orthotyp. Grau mit rother Einfassung, in Trachyt-Blasenräumen. Blättrig. Ein Zeolith, dem Prehnit am Nächsten. Brevig, Norwegen. $(\dot{Na}^3, \dot{Ca}^3)\dddot{Si}^2 + 3\dddot{\bar{Al}}\dddot{Si} + 6\dot{H}$.

21 *Neurolith.* THOMSON. Derb. Feinstänglig. Grünlichgelb. $H. = 4{\cdot}0 +$. $G. = 2{\cdot}47$. Unter-Canada. $(\dot{Ca}^3, \dot{Mg}^3)\dddot{Si}^4 + 6\dddot{\bar{Al}}\dddot{Si}^4 + 6\dot{H}$.

IV. DYSTOMSPATH. Augitisch. Theilbarkeit unvollkommen und schwierig. Farbe nicht blau. Ohne Zeichnung. $H. = 5{\cdot}0 \ldots 5{\cdot}5$, $G. = 2{\cdot}9 \ldots 3{\cdot}15$.

1. Prismatischer. Augitisch. $\frac{A}{2} = 122^\circ\,0'$, $\infty A = 77^\circ 30$. Abweichung der Axe $= 1^\circ\,41'$ in der Ebene $\bar{D}$. Figur 89. Theilbarkeit ∞A. Spuren, $\infty\breve{D}$ sehr unvollkommen. $H. = 5{\cdot}0 \ldots 5{\cdot}5$, $G. = 2{\cdot}9 \ldots 3{\cdot}0$.

Fig. 89.



22 *Datolith.* WERNER. $2\dot{Ca}^3\dddot{Si} + \dddot{B}^3\dddot{Si}^2 + 3\dot{H}$. Humboldtit.

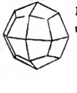
23 *Botryolith.* HAUSMANN. Traubig, nierförmig. Graulichweiss, ins Röthliche. Arendal. $H. = 5{\cdot}0 \ldots 5{\cdot}5$, $G. = 2{\cdot}8 \ldots 2{\cdot}9$. $2\dot{Ca}^3\dddot{Si} + \dddot{B}^3\dddot{Si}^2 + 6\dot{H}$.

2. Hemiprismatischer. Augitisch. $\frac{\breve{H}}{2} = 71^\circ\,53'$, $-\frac{\breve{H}}{2} = 63^\circ\,25'$, $\infty A = 57^\circ\,35'$. Abweichung der Axe $= 4^\circ\,57'$ in der Ebene $\infty\bar{D}$. Theilbarkeit ∞A, $\infty\bar{D}$ unvollkommen, $\frac{\breve{H}}{2}$ Spuren. $H. = 5{\cdot}0 \ldots 5{\cdot}5$, $G. = 3{\cdot}1 \ldots 3{\cdot}15$.

24 *Wagnerit.* FUCHS. $Mg\bar{F} + \dot{Mg}^2\dddot{\bar{P}}$. Pleuroklas.

V. AMPHIGENSPATH. Tessularisch. Theilbarkeit, Hexaeder, Granatoid. Strich ungefärbt...blau. $H. = 5{\cdot}5 \ldots 6{\cdot}0$, $G. = 2{\cdot}5 \ldots 2{\cdot}5$.

Fig. 90.

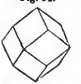


1. Trapezoidaler. Tessularisch. Krystalle Leuzitoid. Fig. 90. Theilb. H.D unvollkommen. Farbe und Strich nicht blau. $H. = 5{\cdot}5 \ldots 6{\cdot}0$. $G. = 2{\cdot}4 \ldots 2{\cdot}5$.

25 *Leuzit.* WERNER. Amphigen. $\dot{K}^3\dddot{Si}^2 + 3\dddot{\bar{Al}}\dddot{Si}^2$.

2. Dodekaedrischer. Tessularisch. Fig. 91. Theilbarkeit Granatoid, vollkommen in den Varietäten, deren Farbe und Strich nicht blau ist. H. = 5·5...6·0, G. = 2·25...5.

Fig. 91.



26 *Haüyn.* Neergaard. $NaCl + \dot{Na}^3\dddot{Si} + 3\dddot{Al}\dddot{Si}$.
Sodalith, Spinellan, Nosin, Ittnerit, Lasurstein.

27 *Glaukolith.* Fischer. Spuren von Theilbarkeit nach zwei Richtungen. Winkel = 143° 30′. Blass violblau. H. = 5·0...6·0, G. = 2·7...2·9. Baikalsee, Sibirien. $\dot{Na}\dddot{Si} + 3\dot{Ca}\dddot{Si} + 4\dot{Al}\dddot{Si}$.

VI. Kuphonspath. Tessularisch, rhomboedrisch, pyramidal, orthotyp, augitisch. H. = 3·5...5·5, G. = 2·0...2·5. Tessularisch oder rhomboedrisch: G. = 2·2 und weniger. Pyramidal: ausgezeichnet axotom.

1. Hexaedrischer. Tessularisch. Fig. 92. Theilb. Hexaeder unvollk. H. = 5·5, G. = 2·0...2·2.

Fig. 92.



28 *Analzim.* Haüy. $\dot{Na}^3\dddot{Si}^2 + 3\dddot{Al}\dddot{Si}^2 + 6\dot{H}$.
Kuboit.

29 *Glottalit.* Thomson. Tessularisch. H. O. Glasglanz. Weiss. H. = 3·0...4·0, G. = 2·18. Portglasgow, Schottland. $\dot{Ca}^3\dddot{Si}^2 + \dddot{Al}\dddot{Si} + 9\dot{H}$.

2. Paratomer. Orthotyp. O = 120° 1′, 121° 27′, 88° 5′. Kreuzförmige Zwillinge. Theilb. 0, $\infty\breve{D}$, $\infty\bar{D}$, letzteres etwas leichter, alle unvollk. H. = 4·5, G. = 2·3...2·4.

Fig. 93.



30 *Harmotom.* Haüy. $2(\dot{Ba}^3, \dot{K}^3)\dddot{Si}^4 + 7\dddot{Al}\dddot{Si} + 36\dot{H}$.

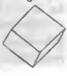
3. Staurotyper. Orthotyp. O = 123° 30′, 117° 30′. Kreuzförmige Zwillinge. Theilb. O, $\infty\breve{D}$, $\infty\bar{D}$, letzteres etwas leichter, alle unvollkommen. H. = 4·5, G. = 2·0...2·2.

31 *Phillipsit.* Levy. $(\dot{Ca}^3, \dot{K}^3)\dddot{Si}^2 + 4\dddot{Al}\dddot{Si} + 18\dot{H}$. Abrazit. Gismondin, Morvenit. Aricit.

32 *Faujasit.* Damour. Pyramidal. P = 111° 30′, 105° 30′. Glasglanz, durchsichtig, weiss bis braun. Ritzt Glas. G. = 1·923. Kaiserstuhl, Baden. $(\dot{Ca}, \dot{Na})^3\dddot{Si}^4 + 3\dddot{Al}\dddot{Si}^2 + 24\dot{H}$.

4. Rhomboedrischer. Rhomboedrisch. R = 94° 46′. Fig. 94. Theilbarkeit R, ziemlich vollkommen. H. = 4·0...4·5, G. = 2·0...2·1.

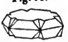
Fig. 94.



33 *Chabasit.* Bosc d'Antic. (Chabasie). $(\dot{Na}^3, \dot{K}^3)\dddot{Si}^2 + 3\dddot{Al}\dddot{Si}^2 + 18\dot{H}$. Acadiolith, Phacolith, Mesolin.

34 *Haydenit.* CLEAVELAND. Augitisch. $\infty A = 98^\circ 22'$, Winkel $0 : \infty A = 96^\circ 5'$. Theilbarkeit ∞A, leichter 0. Zwillinge parallel 0. Gelb...braun. Glasganz. H. = 3·0, G. = 2·136...2·265. Chabasitähnlich. Baltimore. $(\dot{Ca}, \dot{Mg}, \dot{K}) \ddot{Si} + (\dddot{Al}, \dddot{Fe}) \ddot{Si}^2 + 3\dot{H}$.

Fig. 95.



5. **Makrotyper.** Rhomboedrisch. R = 79° 29′. Fig. 95. Theilb. R unvollk. H. = 4·0, G. = 2·0...2·2.

35 *Levyn.* BREWSTER. Makrotyp. $(\dot{K}^3, \dot{N}^3, \dot{Ca}^3) \ddot{Si} + 3\dddot{Al}\ddot{Si}^2 + 15\dot{H}$.

Fig. 96.



6. **Heteromorpher.** Rhomboedrisch. R = 86° 38′, 2Q = 141° 4′, 83° 36′. Fig. 96′. Theilbarkeit R deutlich. H. = 4·5, G. = 2·0...2·1.

36 *Gmelinit.* BREWSTER. $(\dot{Ca}, \dot{Na}, \dot{K}) \ddot{Si} + \dddot{Al}\ddot{Si}^2 + 7\dot{H}$. Ledererit, JACKSON. Sarkolith, Hydrolith.

Fig. 97.



37 *Herschelit.* LEVY. Rhomboedrisch. Axenkante von Q = 124° 45′. Weiss. H. = 4·5, G. = 2·1. Aci Reale, Sicilien.

Fig. 98.



7. **Diatomer.** Augitisch, $\infty A = 86^\circ 15'$. Abweichung der Axe = 90° 18′ in der Ebene $\infty \bar{D}$. Neigung von P gegen $\infty \breve{D} = 99^\circ 18'$. Fig. 98. Theilbarkeit $\infty \breve{D}$ vollkommen, $\infty \bar{D}$ Spuren. H. = 3·0...3·5, G. = 2·2...2·3.

38 *Laumonit.* HAÜY. $\dot{Ca}^3 \ddot{Si}^2 + 3\dddot{Al}\ddot{Si}^2 + 12\dot{H}$.

39 *Leonhardit.* BLUM. Augitisch. $\infty A = 83^\circ 30'$. Winkel $0 . \infty A = 114^\circ$. Theilbarkeit ∞A. Perlmutterglanz auf den Theilungsflächen. Weiss. Undurchsichtig werdend, wie der Laumonit. H. = 3·0...3·5, G. = 2·25. Schemnitz. $3\dot{Ca}\ddot{Si} + 4\dddot{Al}\ddot{Si}^2 + 15\dot{H}$.

Fig. 99.



8. **Prismatischer.** Orthotyp. 0 = 143° 20′, 142° 40′, 53° 20′, $\infty 0 = 91^\circ 0'$. Theilbarkeit $\infty 0$ sehr vollkommen. H. = 5·0...5·5, G. = 2·2...2·3.

40 *Natrolith.* KLAPROTH. $\dot{Na}\ddot{Si} + \dddot{Al}\ddot{Si} + 2\dot{H}$. Lehuntit. THOMSON. Radiolith. Mesotyp.

41 *Harringtonit.* THOMSON. Erdig, dicht. Weiss. Undurchsichtig, zähe. Portrush, Irland. $(\dot{Ca}, \dot{Na}) \ddot{Si} + \dddot{Al}\ddot{Si} + 2\dot{H}$. Ist dichter Comptonit oder Natrolith.

42 *Bergmannit.* HAÜY. Derb, dünnstänglich, untereinanderlaufend. Schwacher Perlmutterglanz. Weiss ins Graue, Braune, Ziegelrothe. H. = 5·0...5·5, G. = 2·28...2·3. Friedrichsvärn, Norwegen.

9. Harmophaner. Augitisch. $A = \begin{Bmatrix}144^\circ 40'\\ 144^\circ 20'\end{Bmatrix}$, 143° 29′, 51° 51′. Abweichung der Axe = 0° 54′ in der Ebene $\infty\breve{D}$. Fig. 100. Theilbarkeit $\infty A = 91^\circ 35'$ vollkommen. Zwillinge, Fläche $\infty\bar{H}$. H. = 5·0...5·5, G. = 2·2...2·3.

Fig. 100.



43 *Skolezit.* Fuchs. $\dot{Ca}\ddot{Si} + \ddot{\bar{A}}\ddot{Si} + 3\dot{H}$. Weissian.

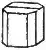
44 *Poonalith.* Brooke. Orthotyp. $\infty O = 93^\circ 20'$. Aehnlich dem Skolezit. Poonah, Ostindien. $3\dot{Ca}\ddot{Si} + 5\ddot{\bar{Al}}\ddot{Si} + 12\dot{H}$.

45 *Antrimolith.* Thomson. Tropfsteinartig, zartfasrig. Weiss. H. = 3·5...4·0, G. = 2·09. Bengane, Antrim, Irland. $(\dot{Ca}, \dot{K})\ddot{Si} + 2\ddot{\bar{Al}}\ddot{Si} + 5\dot{H}$.

46 *Okenit.* v. Kobell. Zartfaserig. Perlmutterglanz. Weiss, gelblich. Doppelte Strahlenbrechung. H. = 5·0. G. = 2·28...2·36. Grönland. $\dot{Ca}^3\ddot{Si}^4 + 6\dot{H}$. Dysclasit. Connel.

10. Peritomer. Orthotyp. $\bar{D} = 177^\circ 35'$, $\infty O = 90^\circ 40'$. Fig. 101. Theilbarkeit $\infty\breve{D}$, $\infty\bar{D}$ vollkommen. H. = 5·0, G. = 2·35...2·4.

Fig. 101.



47 *Thomsonit.* Brooke. $\dot{Ca}^3, (\dot{Na}^3, \dot{K}^3)\ddot{Si} + 3\ddot{\bar{Al}}\ddot{Si} + 7\dot{H}$. Die kurzen Krystalle Fig. 101 Comptonit; Mesolith von Hauenstein, ist Natrolith überzogen mit Comptonit. Mesole. Scoulerit. Triploklas. Hierher auch Leichtester Zeolith, Breithaupt, von der Puflerialm, Seisser Alpe, Tirol.

11. Prismatoidischer. Orthotyp. $O = 119^\circ 15'$, 114° 0′, 96° 0′. $\infty O = 94^\circ 15'$. Fig. 102. Theilbarkeit $\infty\breve{D}$ sehr vollkommen mit Perlmutterglanz, $\infty\bar{D}$ Spuren. H. = 3·5...4·0, G. = 2·0...2·2.

Fig. 102.



48 *Stilbit.* Haüy. $\dot{Ca}\ddot{Si} + \ddot{\bar{Al}}\ddot{Si}^3 + 6\dot{H}$. Strahlzeolith. Desmin. Sphaerostilbit, Hypostilbit.

49 *Cluthalit.* Thomson. Mandelförmiger, stänglich zusammengesetzter Zeolith. Fleischroth. H. = 3·0...4·0, G. = 2·16. Kilpatrikhills, Schottland. $(\dot{Fe}^3, \dot{Na}^3, \dot{Mg}^3)\ddot{Si}^2 + 3\ddot{\bar{Al}}\ddot{Si} + 9\dot{H}$.

50 *Caporcianit.* Savi. Zeolithartig. Röthlichgrau. Sternförmig. Caporciano, Toscana $(C, K, N)S^2 + 3AS^2 + 3Aq$.

51 *Zeolith neuester Entstehung.* Kersten. Hellbraune Incrustation auf Pumpenbehältern. Sternförmig strahlig. H. über 2·0. G. = 2·28. Himmelsfürst, Freiberg. $(Mn, F)S^2 + 6Aq$.

Fig. 103.



12. **Hemiprismatischer.** Augitisch. Neigung von s gegen s' = 129° 40', von s' gegen T = 116° 20', von s gegen T' = 114°. Fig. 103. Theilbarkeit Längsfläche M, sehr vollkommen mit Perlmutterglanz. H. = 3·5...4·0, G. = 2·0...2·2.

52 *Heulandit.* BROOKE. $3\dot{C}a\dddot{S}i + 4\ddot{A}l\dddot{S}i^3 + 18\dot{H}$. Blätterzeolith, Euzeolith, Beaumontit, Lincolnit.

Fig. 104.



14. **Diplogener.** Orthotyp. $\breve{D}$ = 147° 40'. $\breve{D}$ = 109° 46, ∞O = 135° 10'. Fig. 505. Theilbarkeit ∞$\breve{D}$ sehr vollkommen mit Perlmutterglanz. H. = 3·5...4·0, G. = 2·0...2·2.

53 *Epistilbit.* G. ROSE. $(\dot{N}a\ \dot{C}a)\ \dddot{S}i + \ddot{A}l\dddot{S}i + 5\dot{H}$. (Monophan? $\breve{D}$ = 111° 55', ∞O = 134° 46'.) BREITH.

Fig. 105.



14. **Megalogoner.** Augitisch. Abweichung der Axe = 3° 40' in der Ebene ∞$\breve{D}$, ∞A = 121° 0' ungefähr. Fig. 106. Theilb. höchst vollk. mit Perlmutterglanz nach ∞$\breve{D}$. Spuren nach ∞$\bar{D}$. H. = 5·0...5·5, G. = 2·12...2·2.

54 *Brewsterit.* BROOKE. $3\,(\dot{B}a, \dot{S}r)\ \dddot{S}i + \ddot{A}l\dddot{S}i^3 + 18\dot{H}$.

Fig 106.

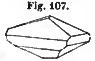


16. **Pyramidaler.** Pyramidal. P = 104° 2', 121° 0'. Fig. 106. Theilbarkeit Basis 0 mit Perlmutterglanz, ∞P' unvollkommen. H. = 4·5...5·0, G. = 2·2...2·5.

55 *Apophyllit.* HAÜY. $\dot{K}\dddot{S}i^2 + 8\dot{C}a\ \dddot{S}i + 16\dot{H}$. Ichthyophthalm. Albin. Tesselit, Leucocyclit, Oxahverit.

VII. BRITHYNSPATH. Pyramidal. Theilbarkeit peritom: H. = 4·0...5·0, G. = 2·7...2·75.

Fig. 107.



1. **Pyramidaler.** Pyramidal. P = 121° 40', 87° 9'. $\frac{P}{2}$ = 92° 51, 58° 20'. Sphenoidische Hemiedrie. Fig. 107. Theilbarkeit ∞P sehr deutlich.

56 *Edingtonit.* HAIDINGER. $\dot{K}$ oder $\dot{N}$, $\dot{C}a$, $\ddot{A}l$, $\dddot{S}i$, $\dot{H}$.

Fig. 108.

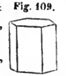


VIII. ELAINSPATH. Rhomboedrisch, pyramidal. Theilbarkeit nicht axotom. H. = 5·0...6·0, G. = 2·4...2·8.

1. **Peritomer.** Dirhomboedrisch. R = 112° 16'. Q = 154° 46', 51° 46. Fig. 108. Theilbarkeit ∞Q höchst vollkommen. H. = 5·0...5·5, G. = 2·4.

57 *Davyn.* MONTICELLI und COVELLI. $\dot{C}a$, $\ddot{A}l$, $\dddot{S}i$, $\ddot{C}$, $\dot{H}$. Cancrinit.

Fig. 109.

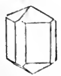


2. Rhomboedrischer. Dirhomboedrisch. R = 83° 55′, Q = 139° 19′, 88° 6′. Fig. 109. Theilbarkeit 0, ∞Q unvollkommen. H. = 6·0, G. = 2·5...2·6.

58 *Nephelin.* Haüy. $(\dot{N}a^3, \dot{K}^3)\,\dddot{Si} + 3\dddot{\bar{A}l}\dddot{Si}$. Sommit, Pseudosommit, Beudantin, Cavolinit.

59 *Oosit.* Marx. Dem Pinit ähnlich. Sechsseitige und zwölfseitige Prismen. Weiss, undurchsichtig, zerbrechlich. Thal der Oos bei Geroldsau, Baden.

Fig. 110.



3. Pyramidaler. Pyramidal. P = 136° 7′, 63° 48′. Fig. 110. Theilbarkeit ∞P, ∞P′. Spuren von 0 mit Fettglanz.

60 *Wernerit.* d'Andrada. $(\dot{C}a^3, \dot{N}^3)\,\dddot{Si}^2 + \dddot{\bar{A}l}\dddot{Si}$. Skapolith, Mejonit, Dipyr, Schmelzstein, Arktizit, Micarell, Fuscit, Rapidolith, Paranthin, Scolexeros, Bytownit, Gabbronit, Chelmsfordit, Eckebergit, Tetraklasit.

61 *Nuttalit.* Brooke. Pyramidal. Glasglanz, im Bruche Fettglanz. Weicher als Wernerit. Bolton, Massachusetts. $(\dot{C}a^3, 2\dot{F}e^3, \dot{K}^3)\,\dddot{Si} + 3\dddot{\bar{A}l}\dddot{Si}$.

62 *Barsowit.* G. Rose. Derb. Individuen nach einer Richtung leichter theilbar. Weiss. Schwacher Perlmutterglanz. H. = 5·3...6·0. G. = 2·74...2·752. Barsowskoj Seife, Kyschtymsk, Sibirien. $(\dot{C}a^3, \dot{M}g^3)\,\dddot{Si}^2 + 6\dddot{\bar{A}l}\dddot{Si}^2 + 3\dot{\bar{H}}$.

63 *Saccharit.* v. Glocker. Derb, feinkörnig-krystallinisch. Deutlich theilbar. Glasglanz, in den Perlmutterglanz, schwach. Weiss, grünlich. Spröde. H. = 6·0, G. = 2·66...69. Frankenstein, Schlesien. $2(\dot{C}a^3, \dot{N}a^2)\,\dddot{Si}^2 + 6\dddot{\bar{A}l}\dddot{Si}^2 + 3\dot{\bar{H}}$.

64 *Amphodelit.* Nordenskjöld. Theilbar nach zwei sich unter 94° 19′ schneidenden Richtungen. Helle röthliche Farbe. H. = 4·5, G. = 2·763. Lojo, Finnland. $(\dot{C}a^2, \dot{M}g^2, \dot{F}e^2)\,\dddot{Si} + 2\dddot{\bar{A}l}\dddot{Si}$.

65 *Polyargit.* Svanberg. Schiefrig. Auf den Theilungsflächen glänzend. Rosen- bis Karminroth. Tunaberg, Schweden. H. = 4·0, G. = 2·75. $(\dot{K}^3, \dot{M}g^3, \dot{C}a^3)\,\dddot{Si}^2 + 5\dddot{\bar{A}l}\dddot{Si} + 4\dot{\bar{H}}$.

66 *Rosellan.* Svanberg. Derb. Nach einer Richtung vollkommen theilbar. Rosenroth. H. = 2·5, G. = 2·72. Åker, Schweden. $(\dot{K}^3, \dot{C}a^3, \dot{M}g^3)\,\dddot{Si}^2 + 6\dddot{\bar{A}l}\dddot{Si} + 6\dot{\bar{H}}$. Rosit.

67 *Weissit.* Trolle-Wachtmeister. Augitisch. Theilbarkeit undeutlich. Nierförmig. Aschgrau ins Braune. Fahlun, Schweden. G. = 2·8. $(\dot{M}g^3, \dot{F}e^3, \dot{M}n^3, \dot{K}^3, \dot{N}a^3)\,\dddot{Si}^2 + 2\dddot{\bar{A}l}\dddot{Si}$.

IX. PETALINSPATH. Orthotyp. Theilbarkeit nach einer Richtung vollkommen. H. = 6·0...6·5, G. = 2·4...2·5.

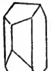
1. Prismatischer. Orthotyp. Theilbarkeit $\infty O = 95°\ 0'$ ungefähr. Vollkommener $\infty\bar{D}$.

68 *Petalit.* ARFVEDSON. $\dot{L}\ddot{S}i^2 + \dddot{Al}\ddot{S}i^5$. Berzelit.

X. FELDSPATH. Augitisch, anorthisch. Theilbarkeit nach zwei Richtungen vollkommen, die sich unter rechten oder wenig schiefen Winkeln schneiden. H. = 6·0, G. = 2·5...2·78.

1. Orthotomer. Augitisch. $\infty A = 118°\ 49'$. Abweichung der Axe = $26°\ 7'$ in der Ebene $\infty\breve{D}$. Neigung von 0 gegen $\infty\bar{H} = 116°\ 7'$, gegen $-\frac{\bar{H}}{2} = 129°\ 40'$. Fig. 111. Theilbarkeit 0 vollkommen. $\infty\breve{D}$ fast eben so vollkommen. H. = 6·0, G. = 2·57...2·58.

Fig. 111.



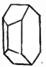
69 *Adular.* $\dot{K}\ddot{S}i + \dddot{Al}\ddot{S}i$. Leelit. Hälleflinta. $KS^6 + 3AS^4$. Nekronit, HAYDEN. Orthoklas, Feldspath, Mondstein, Sonnenstein, Eisspath, Sanidin, Murchisonit, Valencianit, Mikroklin, Pegmatolith.

70 Undeutlich charakterisirte feldspathähnliche Körper: *Erythrit*, THOMSON, Bishopton, Schottland; *Perthit*, THOMSON, Perth, Canada; *Peristerit*, THOMSON, Perth, Ober-Canada.

71 *Leelit.* CLARKE. Derb, splittrig, muschlig. Roth ins Braune, Weisse. H. = 6·0...6·5, G. = 2·6...2·75. Gryphytta, Schweden. Der von THOMSON unreiner Feldspath.

2. Empyrodoxer. Augitisch. $\infty A = 119°\ 21'$. Abweichung der Axe = $26°\ 6'$. Neigung von 0 gegen $\infty\bar{H} = 116°\ 6'$, gegen $-\frac{\bar{H}}{2} = 129°\ 31'$. Fig. 112. Theilb. 0 vollk. $\infty\breve{D}$ fast eben so vollk. H. = 6·0, G. = 2·57...2·58.

Fig. 112.



72 *Rhyakolith.* G. ROSE. $(\dot{N}, \dot{K})\ddot{S}i + \dddot{Al}\ddot{S}i$. Glasiger Feldspath aus Trachyten, Eisspath.

3. Heterotomer. Anorthisch, $\infty A = 120°\ 37'$, Neigung von 0 gegen r.i.$\infty\breve{H} = 93°\ 19'$. Fig. 113. Theilb. 0 sehr vollk., $l\infty\frac{A}{2}$ vollkommen, $\infty\breve{H}$ Spuren. Zwillinge parallel 0 und $\infty\breve{H}$. H. = 6·0, G. = 2·54...2·56.

Fig. 113.



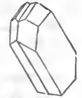
73 *Periklin.* BREITHAUPT. $(\dot{N}a, \dot{K})\ddot{S}i + \dddot{Al}\ddot{S}i$.

4. A n t i t o m e r. Anorthisch, $\infty A = 120$ ungefähr. Neigung von 0 gegen $r|\infty\breve{H} = 93^\circ\, 45'$. Theilbarkeit 0 vollkommen, $\infty\breve{H}$ weniger vollkommen, $r\frac{\infty A}{2}$ unvollkommen. Zwillinge parallel $\infty\breve{H}$. H. = 6·0, G. = 2·64...2·66.

74 *Oligoklas.* Breithaupt. $\dot{Na}\dddot{S} + \overset{\cdots}{Al}\dddot{Si}^2$. Natronspodumen. *Kalkoligoklas.* (Havnefjordit). $(\dot{Ca}, \dot{Na})\dddot{S} + \overset{\cdots}{Al}\dddot{Si}^2$. Hyposklerit.

5. T e t a r t o p r i s m a t i s c h e r. Anorthisch. $\infty A = 121^\circ\, 38'$. Neigung von 0 gegen $\infty\breve{H} = 93^\circ\, 20'$. Fig. 114. Theilbarkeit 0, $\infty\breve{H}$ sehr vollkommen, $\frac{\infty A}{2}$ unvollkommen. Zwillinge parallel $\infty\breve{H}$. H. = 6·0, G. = 2·6...2·68.

Fig. 114.



75 *Albit.* Eggertz. $\dot{Na}\dddot{Si} + \overset{\cdots}{Al}\dddot{Si}^3$. Cleavelandit. Adinole. Tetartin.

76 *Andesin.* Abich. Anorthisch. Zwillingskrystalle ähnlich denen des Albits. Theilbarkeit weniger vollkommen. H. = 6·0, G. = 2·733. Marmato, Popayan, Neu-Granada. $(\dot{Na}, \dot{Ca}+)^3\, \dddot{Si}^2 + 3\overset{\cdots}{Al}\dddot{Si}^2$.

6. A n o r t h o t o m e r. Anorthisch, $\infty A = 120^\circ\, 30'$, Neigung von 0 gegen $\infty H = 94^\circ\, 12'$. Theilbarkeit 0, $\infty\breve{H}$ vollkommen, $l\frac{\infty A}{2}$ Spuren. H. = 2·65...2·78.

77 *Anorthit.* G. Rose. $\dot{Ca}^3\dddot{Si} + 3\overset{\cdots}{Al}\dddot{Si}$. Christianit. Indianit. Bournon.

78 *Biotin.* Monticelli und Covelli. Rhomboedrisch. R. = 94° 0′ (Breith). Glasglanz; weiss, gelb. Durchsichtig. Ritzt Glas. G. = 3·11. Vesuv. Ist nach Einigen Anorthit.

7. P o l y c h r o m a t i s c h e r. Anorthisch. Neigung von 0 gegen $\infty\breve{H} = 93^\circ\, 30'$. Theilbarkeit 0 sehr vollkommen, $\infty\breve{H}$ weniger vollkommen. Zwillinge parallel $\infty\breve{H}$. Häufig Farbenwandlung auf $\infty\breve{H}$. H. = 6·0, G. = 2·69···2·76.

79 *Labrador.* Werner. $\dot{Na}\dddot{Si} + \overset{\cdots}{Al}\dddot{Si} + 3(\dot{Ca}\dddot{Si} + \overset{\cdots}{Al}\dddot{Si})$. Couzeranit, Charpentier, hierher nach v. Kobell. Silicit, Mournit. Thomson.

80 *Porzellanspath.* Fuchs. Feldspathspezies. P und M schneiden sich unter 92°. Glasglanz, in den Perlmutterglanz. H. = 5·0...6·0, G. = 2·676...2·682. Obernzell, Bayern. $\dot{Na}\dddot{Si} + \ddot{Ca}^3\, \dddot{Si}^2 + 3\overset{\cdots}{Al}\dddot{Si}$.

81 *Hyposklerit.* Breithaupt. Ein Feldspath von Arendal, mit rechts geneigter Base, grünlich, Härte unter 6·0.

82 *Latrobit.* Brooke. Anorthisch. Theilbar nach drei Richtungen, unter 98° 30′, 91° und 93° 30′. Blassroth. H. = 5·0...6·0, G. = 2·7...2·8. Insel Amitok, Labrador. $\dot{K}^3\dddot{Si} + 2\dot{Ca}^3\dddot{Si} + \dddot{Al}\dddot{Si}$. Diploit.

XI. Staurogrammspath. Orthotyp. Schwarze kreuzförmige Zeichnung im Innern der Krystalle. H. = 5·0...5·5, G. = 2·9...2·95.

Fig. 115.



1. Prismatischer. Orthotyp. D = 120° 0′. ∞O = 91° 50′. Fig. 115. Theilbarkeit unvollkommen, nach mehreren Richtungen O, $\bar{D}$. ∞O, $\infty\breve{D}$, $\infty\bar{D}$.

83 *Chiastolith.* Karsten. $\dddot{Al}$, $\dddot{S}$. Hohlspath.

84 *Tankit.* Angeblich dem Chiastolith verwandt. Arendal, Norwegen. Hartmann.

XII. Amblygonspath. Orthotyp. Theilbarkeit in schiefen Richtungen, nicht sehr vollkommen. Farbe blassgrün...weiss. Kein Perlmutterglanz. H. = 6·0, G. = 3·0...3·1.

1. Prismatischer. Orthotyp. ∞O = 106° 8′. Theilbarkeit ∞O, $\infty\bar{D}$ unvollkommen.

85 *Amblygonit.* Breithaupt. $\dot{L}^2\overset{:\cdot:}{P} + \dddot{Al}^4\overset{:\cdot:}{P}^3$.

XIII. Augitspath. Augitisch, anorthisch. Theilbarkeit nicht sehr vollkommen prismatoidisch mit metallähnlichem, oder sehr deutlichem vollkommenen Perlmutterglanz. H. = 4·5...7·0, G. = 2·7...3·6. H. über 6·0: G. = 3·2 und mehr, Theilbarkeit nach einer Richtung vollkommener. G. unter 3·2: Theilbarkeit vollkommen nach schiefwinkligen Richtungen, der Axe parallel.

1. Paratomer. Augitisch. $-\frac{A}{2}$ = 120° 0′. ∞A = 87° 5′.

Fig. 116.



Abweichung der Axe = 16° 6′ in der Ebene $\infty\bar{D}$. Fig. 116. Theilbarkeit ∞A, $\infty\breve{D}$, $\infty\bar{D}$, zuweilen $-\frac{A}{2}$ unvollkommen. H. = 5·0...6·0, G. = 3·2...3·5.

86 *Augit.* Werner. $(\dot{Ca}^3, \dot{Mg}^3, \dot{Mn}^3, \dot{Fe}^3)(\dddot{Si}^2\dddot{Al}^2)$. Pyroxen, Kokkolith, Baikalit, Sahlit, Diopsid. $\dot{Ca}^3\dddot{Si}^2 + \dot{Mg}^3\dddot{Si}^2$. Mussit, Alalit, Proteit, Fassait, Pyrgom, Omphazit, Malacolith, Strahlstein z. Th., Asbest z. Th., Smaragdit z. Th., Pentaklasit, Hudsonit. Porricin. Euchysiderit.

87 *Akmit.* Berzelius. Augitisch. Krystalle ähnlich denen des Augits. $\infty A = 86^\circ 56'$. Abweichung der Axe $= 16^\circ$. $\bar{D} = 119^\circ 30'$. Schwarz. H. $= 6{\cdot}0 \ldots 6{\cdot}5$, G. $= 3{\cdot}546$. H. Rundemyr, Eger, Norwegen. $\dot{N}a\dddot{S}i + \ddot{F}e\dddot{S}i^2$.

88 *Jeffersonit.* Keating. Augitisch, $\infty A = 106^\circ$. Abweichung der Axe $= 4^\circ 45'$. Längsfläche $\infty \bar{D}$. Theilbarkeit obige Flächen und noch zwei Prismen von 116° und von $99^\circ 45'$. Dunkelbräunlichgrau. H. $= 4{\cdot}5$, G. $= 3{\cdot}5 \ldots 3{\cdot}6$. Sparta, Neu-Jersey, N. A. $(\dot{C}a, \dot{M}n, \dot{F}e)\dddot{S}i$.

89 *Bustamit.* Brongniart. Nierförmig, faserig. Grau, grünlich, gelblich, bräunlich. H. $= 6{\cdot}0$, G. $= 3{\cdot}1 \ldots 3{\cdot}25$. Real de Minas de Feteia, Mexico. $\dot{C}a^3\dddot{S}i + 2\dot{M}n^3\dddot{S}i^3$.

2. Axotomer. Anorthisch, $\infty A = 89^\circ 20'$. Neigung von 0 gegen $\infty \bar{H} = 92^\circ 34'$, von $\infty \bar{H}$ gegen $r\frac{\infty A}{2} = 137^\circ 5'$, von $\infty \breve{H}$ gegen $l\frac{\infty A}{2}$, von $\infty \bar{H}$ gegen $\infty \breve{H} = 112^\circ 30'$. Fig. 117.

Fig. 117.



Theilbarkeit 0 sehr vollkommen, $\infty \bar{H}$ etwas weniger vollkommen. H. $= 5{\cdot}5 \ldots 6{\cdot}0$, G. $= 3{\cdot}4 \ldots 3{\cdot}5$.

90 *Babingtonit.* Levy. $3\dot{C}a\dddot{S}i + \dot{F}e^3\dddot{S}i^2$. Polylith? Hedenbergit.

91 *Polylith.* Thomson. Plattenförmig. Monotom. Glasglanz. Schwarz. H. $= 6{\cdot}0 \ldots 6{\cdot}5$, G. $= 3{\cdot}231$. Hoboken, New-Jersey. $(\dot{F}e^3, \dot{C}a^3, \dot{M}n^3)(\ddot{A}l^2\dddot{S}i^2)$.

3. Hemiprismatischer. Augitisch, $-\frac{A}{2} = 148^\circ 38'$, $\infty A = 124^\circ 30'$. Abweichung der Axe $= 14^\circ 58'$ in der Ebene $\infty \breve{D}$. Fig. 118. Theilb. ∞A sehr vollk., $\infty \breve{D}$, $\infty \bar{D}$ sehr unvollkommen. H. $= 5{\cdot}0 \ldots 6{\cdot}0$, G. $= 2{\cdot}8 \ldots 3{\cdot}2$.

Fig. 118.



92 *Amphibol.* Haüy. $\dot{C}a\dddot{S}i + \dot{M}g^3\dddot{S}i^2$. Karinthin, Kalamit, Hornblende, Tremolit, Pargasit, Grammatit, Actinot, Actinolit, Strahlstein z. Th., Asbest z. Th., Byssolith, Smaragdit. Zum Theil unbestimmbar Amianth, Bergholz, Bergkork.

4. Peritomer. Augitisch, $\infty A = 123^\circ 55'$. Theilbarkeit ∞A sehr vollkommen. H. $= 6{\cdot}0$, G. $= 3{\cdot}328 \ldots 3{\cdot}5$.

93 *Arfvedsonit.* Brooke. $\dot{N}a\dddot{S}i + \dot{F}e^3\dddot{S}i^2$.

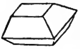
94 *Aegyrin.* Esmark. Varietäten von zwei Spezies, von der Gestalt des Augits und des Amphibols. Schwärzlichgrün. Skansfjord bei Brevig, Norwegen.

95 *Diastatit.* Breithaupt. Augitisch. $\infty A = 120^\circ\ 20'$, $0 . \infty \breve{H} = 106^\circ - 107^\circ$. $-\frac{A}{2} = 134^\circ$. Theilbarkeit wenig deutlich. Nordmarken, Schweden. H. = 5·0...5·5, G. = 2·033...3·103.

96 *Breislackit.* Sehr zarte röthlichbraune wollähnliche Krystalle, in Lava. Capo di Bove, Rom. $\dddot{Si}$, $\dot{Fe}$ u. s. w., zuweilen Cu. Soll dem Amphibol verwandt seyn.

5. P r i s m a t o i d i s c h e r. Augitisch, $\frac{A}{2} = 70^\circ\ 33'$, $+\frac{\breve{H}}{2} = 63^\circ\ 43'$, $-\frac{\breve{H}}{2} = 64^\circ\ 36'$. Abw. der Axe = 0° 33′ in der Ebene $\infty \bar{D}$. Fig. 119. Theilb. $-\frac{\breve{H}}{2}$, vollkommener $\infty \bar{D}$. H. = 6·0...7·0, G. = 3·2...3·5.

Fig. 119.



97 *Epidot.* Haüy. $\dot{Ca}^3\dddot{Si} + 2\,(\ddot{Al}, \ddot{Fe}, \ddot{Mn})\,\dddot{Si}$. Pistazit, Puschkinit, Zoisit, Arendalit, Thallit, Delphinit, Commingtonit, Piemontischer Braunstein.

98 *Bucklandit.* Levy. Augitisch. $\frac{A}{2} = 70^\circ\ 40'$, $+\frac{\breve{H}}{2} = 65^\circ\ 5'$ $-\frac{\breve{H}}{2} = 65^\circ\ 5'$. Formen des Epidots. Undeutliche Theilbarkeit. Schwarz. H. = 4·5. Arendal. Fe, O, $\dddot{Si}$. Skotin.

99 *Thulit.* Brooke. Augitisch. Winkel von zwei Flächen = 92° 30′. Glasglanz, auf Theilungsflächen perlmutterartig. Rosen...pfirsichblüthroth. H. = 5·5...6·0, G. = 3·1...3·15. Suland, Telemarken, Norwegen. $\dot{K}$, $\dot{Ca}$, $\dot{Ce}$ oder $\ddot{Al}$, $\dddot{Si}$.

100 *Withamit.* Brewster. Augitisch. Kleine Krystalle, sternförmig gruppirt, ähnlich denen des Epidots, Winkel rT = 128° 20′ und MT = 116° 40′. Glasglanz. Zwei Farben. Karminroth und strohgelb. H. = 6·0...6·5, G. = 3·137. Glencoe, Schottland.

6. D i a t o m e r. Augitisch. $\infty A = 87^\circ\ 5'$. Theilb. $\infty \bar{D}$ und $\infty \breve{D}$, weniger vollk. ∞A. Farbe roth. H. = 5·0...5·5, G. = 3·5...3·6.

101 *Rhodonit.* Beudant. $\dot{Mn}^3\dddot{Si}^2$. Manganspath, Fowlerit, Manganolith, Mangankiesel, Strömit, Rothstein, Mangansklerit.

102 *Mangan-Sesquisilikat.* Thomson. Augitisch. Abweichung der Axe = 18°. $\infty A = 56^\circ\ 30'$. Theilbarkeit 0, ∞A. Glasglanz. Röthlichbraun. H. über 6·0, G. = 3·586. Franklin, New-Jersey. $(\dot{Mn}^3, \dot{Fe}^3)\,\dddot{Si}^2$.

103 *Tephroit.* BREITHAUPT. Pyramidal. Theilbarkeit ∞P deutlich, P Spuren. Diamantglanz. Aschgrau. H. = 5·5, G. = 4·0...4·2. New-Jersey. $\dot{Mn}^3\dddot{Si}$. Anhydrous Silicate of Manganese. THOMSON.

104 *Troostit.* SHEPARD. Rhomboedrisch. R = 115° oder 124° ? Grün, gelb, grau, braun. H. = 5·5, G. = 4·0...4·1. Sparta, New-Jersey. $\dot{Mn}$, $\ddot{Fe}$, $\dddot{Si}$, $\ddot{C}$, $\dot{H}$. Nach SHEPARD ist Tephroit eine Varietät von Trooatit.

105 *Mangansilicat.* THOMSON. Zwei Theilungsflächen unter 93° geneigt. Bräunlichroth. H. über 6·0, G. = 4·078. Franklin, New-Jersey. $\dot{Mn}$, $\dddot{Si}$.

106 *Hornmangan*, *Allagit*, *Photizit*, *Hydropit*, *Tomosit*, *Manganjaspis.* Gemenge von Diallogit und Rhodonit, oder von kohlensaurem und zweidrittel-kieselsaurem Manganoxydul und Quarz. Elbingerode, Harz.

107 *Violan.* BREITHAUPT. Orthotyp, derb. Theilbarkeit ein wenig geschobenes Prisma. Dunkelviolblau. Nahe undurchsichtig. H. = 5·0...6·0, G. = 3·233. St. Marcel, Piemont. $\dot{Na}$, $\dot{Mn}$, $\dot{F}$, $\ddot{Al}$, $\dddot{Si}$ +.

7. Prismatischer. Augitisch. Theilbar nach zwei Richtungen, die sich unter 95° 25′ schneiden, 0 und $\infty\breve{H}$ ungleich vollk. Nach der Queraxe verlängert. H. = 4·5...5·0, G. = 2·7...2·9.

108 *Wollastonit.* $\dot{Ca}^3\dddot{Si}^2$. Tafelspath, Stellit.

109 *Pektolith.* v. KOBELL. Augitisch ? Zwei Theilungsflächen, wenig schiefwinklig. Derb. Kuglig, büschelförmig stänglich. Perlmutterglanz. Graulichweiss. H. = 5·0, G. = 2·745...2·756. Monte Baldo. $(\dot{Ca}^9, \dot{Na}^9, \dot{K}^9)\dddot{Si}^7 + 3\dot{H}$. Stellit.

110 *Danburit.* SHEPARD. Undeutlich krystallinisch. Honig...Glasglanz, gelb. H. = 7·5, G. = 2·83. $\dot{Ca}$, $\dddot{Si}$, $\dot{H}$ etc. Nach DANA Gemenge. Wollastonit ?

111 *Boltonit.* SHEPARD. Theilbar nach zwei schiefwinkligen Richtungen, deren eine vollkommner. Gelblichgrau. H. = 5·0, G. = 2·8...2·9. Bolton, Massachusetts. $\dot{Mg}^3\dddot{Si}^2$. Bisilicate of magnesia. THOMS.

112 *Karpholith.* WERNER. Orthotyp? Nadelförmige Krystalle. Strohgelb. H. = 5·0...5·5, G. = 2·935. Schlaggenwald, Böhmen. $(\dot{Mn}^3, \dot{Fe}^3)\dddot{Si} + 3\ddot{Al}\dddot{Si} + 6\dot{H}$, und F.

113 *Leukophan.* ESMARK. Anorthisch. Theilbarkeit ein Prisma von 53° 24·7′ und 36° 26·3′ ? nach drei Richtungen. Glasglanz.

Blass grünlich und gelblich. H. = 3·5...4·0, G. = 2·974. Phosphoreszirt. Pyroelektrisch. Klippe Lammöen, Norwegen. $NaF + \dot{C}a^3\ddot{S}i^2 + \dot{B}e^3\ddot{S}i^2$.

114 *Monradit.* A. ERDMANN. Krystallinisch. Blättrig. Gelblichgrau. H. = 6·0, G. = 3·267. Bergens Stift, Norwegen. $4\dot{M}\ddot{S}^2 + aq$.

115 *Zeuxit.* THOMSON. Rechtwinklige locker verbundene Krystalle. Grünlichbraun. Aehnlich asbestartigem Strahlstein. H. = 4·0...4·5, G. = 3·051. Huel-Unity, Redruth, Cornwall. $(\dot{C}a^3\dot{F}e^3)\ddot{S}i + 3(\dddot{A}l, \dddot{F}e)\ddot{S}i$.

XIV. ALMANDINSPATH. Rhomboedrisch. Farbe roth. H. =

Fig. 120. 5·0...5·5, G. = 2·84...2·95.



1. Rhomboedrischer. Rhomboedrisch, R = 73° 24. Theilbarkeit 0 deutlich, ½R = 126° 13′ weniger deutlich. R und ∞R Spuren.

116 *Eudialyt.* STROMEYER. $2(\dot{N}a^3, \dot{C}a^3, \dot{F}^3)\ddot{S}i^2 + \dddot{Z}r\ddot{S}i^2$.

XV. LASURSPATH. Orthotyp, amorph. Theilbarkeit unvollkommen. Farbe blau...grün. H. = 5·0...6·0, G. = 2·75...3·1. Farbe grün: G. = 2·8 und weniger, amorph.

1. Prismatischer. Orthotyp. Theilbarkeit ∞O. Farbe blau. H. = 5·0...6·0, G. = 3·0...3·1.

117 *Lazulith.* WERNER. $3\dot{M}g^5\dddot{P}^2 + 4\dddot{A}l^5\dddot{P}^3 + 15\dot{H}$? v. KOBELL. Blauspath, Voraulith, Klaprothine.

2. Untheilbarer. Amorph. Nierförmig, derb. Untheilbar. Farbe lichtblau...lichtgrün. H. = 6·0, G. = 2·62...2·8.

118 *Türkis.* $(\dddot{A}l^4\dddot{P}^3 + 9\dot{H}) + 2\dddot{A}l\dot{H}^3 15\dot{H}$. Calait. Agaphit. Johnit.

XVI. ADIAPHANSPATH. Pyramidal, orthotyp, amorph. Theil-

Fig. 121. barkeit unvollkommen, untheilbar. H. = 5·0...7·0, G. = 2·9...3·4. Orthotyp: G. = 3·2 und mehr, H. = 5·5.



1. Pyramidaler. Pyramidal. Theilb. ∞P undeutlich, etwas deutlicher noch 0. H. = 5·5...6·0, G. = 2·9...3·0.

119 *Gehlenit.* FUCHS. $2\dot{C}a^3\ddot{S}i + (\dddot{A}l, \dddot{F}e)^2\ddot{S}i$. Stylobat.

120 *Humboldtilith.* MONTICELLI und COVELLI. Pyramidal. P =

Fig. 122. 135° 1′, 65° 30′. Fig. 122. Theilbarkeit 0 sehr vollkommen. H. = 5·0...5·5, G. = 2·95. Somma. $(\dddot{A}l, \dddot{F}e)\ddot{S}i + 2(\dot{C}a, \dot{M}g, \dot{K}, \dot{N})^3\ddot{S}i$. Melilith, CARPI. Somervillite, BROOKE.



121 *Batrachit.* Breithaupt. Prisma $\infty O = 115°$. Theilbarkeit $\infty\breve{D}$, ∞O. Fettglanz in den Glasglanz. Licht grünlichgrau. H. = 5·0, G. = 3·0...3·05. Rizonlberg, Südtirol. $\dot{Ca}^3\dddot{Si} + (\dot{Mg}^3, \dot{Fe}^3)\dddot{Si}$.

122 *Erlan.* Breithaupt. Unvollkommen krystallinisch. Grünlichgrau. H. = 5·0...6·0, G. = 3·0...3·1. Erlahammer, Schwarzenberg, Sachsen. $\dot{Ca}$, $\dot{Mn}$, $\dot{Na}$, $\ddot{Al}$, $\ddot{Fe}$, $\dddot{Si}$.

2. Prismatischer. Orthotyp. Theilbarkeit $\infty O = 124° 0'$ ungefähr, deutlich, $\infty\bar{D}$ Spuren. H. = 5·5, G. = 3·2...3·4.

123 *Saussurit.* Theod. v. Saussure. $(\dot{Ca}^3, \dot{Na}^3, \dot{Mg}^3)\dddot{Si}^2 + 2\ddot{Al}\dddot{Si}$. Dyskolit, Jade.

3. Untheilbarer. Amorph. Derb. Untheilbar. Bruch splittrig. H. = 7·0, G. = 2·9...3·05.

124 *Nephrit.* Werner. $(\dot{Ca}^2, 3\dot{F}^2, \dot{Mn}^2)\dddot{Si} + 4\dot{Mg}^3\dddot{Si}^2$.

125 *Sarkolith.* Thomson. Pyramidal. P = 77° 6′. Basis. Hemipyramidal mit parallelen Flächen. Glasglanz. Fleischroth ins Weisse. H. = 6·0, G. = 3·410? Vesuv. Ein Sarkolith ist Gmelinit, wie der von Vicenza, Glenarm etc.

126 *Pyrrhit.* G. Rose. Tessularisch. Krystalle, Oktaeder. Schwacher Glasglanz. Pomeranzengelb. H. = 6·0. Alabaschka, Mursinsk. Sibirien.

127 *Periklas.* Scacchi. Tessularisch. Form Oktaeder, Theilbarkeit Hexaeder vollkommen. Glasglanz. Dunkelgrün, durchsichtig. H. = 6·0, G. = 3·75. Vesuv. $\dot{Mg}$, mit etwas $\dot{Fe}$.

X. Ordnung. Gemmen.

I. Andalusit. Orthotyp. Theilbarkeit vollkommen, doch unterbrochen nach zwei wenig schiefen Richtungen, der Axe parallel. H. = 7·0...7·5, G. = 3·0...3·2.

Fig. 123.

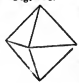


1. Prismatischer. Orthotyp, $\infty O = 90° 50'$. Fig. 123. Theilbarkeit ∞O. Spuren nach $\infty\breve{D}$, $\infty\bar{D}$ und $\bar{D} = 109° 4'$. Drei Axenfarben, blassolivengrün, öhlgrün, Hauptaxe hyazinthroth, letztere ist absorbirt.

1 *Andalusit.* $\dddot{Al}\dddot{Si}$. Stanzait.

II. Korund. Tessularisch, rhomboedrisch, orthotyp. H. = 8·0...9·0, G. = 3·5...4·3. Orthotyp: nicht axotom, H. = 8·5. Farbe roth oder braun, G. = 3·7 und mehr. H. = 9·0.

Fig. 124.



1. Dodekaedrischer. Tessularisch. Fig. 124. Theilb. Oktaeder unvollk. H. = 8·0, G. = 3·5...3·8.

2 *Spinell.* Mg, Äl. Pleonast. Candit.

3 *Berzelin.* NECKER DE SAUSSURE. Oktaeder. Bruch starkglänzend, muschlig. Weiss. Mit schwarzem Granat, und grünem Augit bei La Ricia, Rom.

4 *Chlorospinell.* G. ROSE. Tessularisch, Oktaeder. Grasgrün. H. = 8·0, G. = 3·591...3·595. Slatonst, Sibirien. Mg (Fe) Äl.

5 *Hercinit.* ZIPPE. Krystallkörner. Diamantglanz, in den Glasglanz geneigt. Schwarz. Strich lauchgrün. H. = 7·5...8·0, G. = 3·91...3·95. Ronsberg, Böhmen. Fe, Fe, Äl.

6 *Sapphirin.* GIESECKE. Orthotyp. Theilbar. Glasglanz. Blassberlinerblau ins Graue. H. = 7·5, G. = 3·42. Akudlek, Grönland. ÄlSi + 2MgÄl.

2. Oktaedrischer. Tessularisch. Theilbarkeit Oktaeder, vollkommen. H. = 8·0, G. = 4·1...4·3.

7 *Gahnit.* ECKEBERG. (Mg, Zn, Fe) Äl. Automolit.

Fig. 125.



3. Rhomboedrischer. Rhomboedrisch. R. = 86° 6′. Fig. 125. Theilbarkeit unvollkommen. Zwillingsflächen parallel einer, zweien oder allen Flächen von R. H. = 9·0, G. = 3·9...4·05.

8 *Korund.* Ä. Sapphir, orientalischer Topas, Soimonit, Rubin, Schmirgel, Demantspath.

Fig. 126.



4. Prismatischer. Orthotyp. Ď = 119° 46′, ∞Ǒ3 = 70° 41′. Fig. 126. Theilbarkeit ∞Ď von geringer, ∞Ď von noch geringerer Vollkommenheit. H. = 8·5, G. = 3·65...3·8.

9 *Chrysoberyll.* BeÄl. Cymophan. Dunkelgrün, bei Kerzenlicht roth, vom Ural. Alexandrit.

Fig. 127.



III. DIAMANT. Tessular. H. = 10, G. = 3·4...3·6.

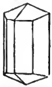
1. Oktaedrischer. Tessularisch. Tetraedrische Hemiedrie. Fig. 127. Theilbarkeit Oktaeder, höchst vollkommen.

10 *Diamant.* C. Demant.

IV. TOPAS. Orthotyp. Theilbarkeit axotom. H. = 8·0, G. = 3·4...3·6.

1. **Prismatischer.** Orthotyp. $O = 141° 7'$, $101° 52'$, $90° 55'$, $\infty O = 124° 19'$. Zuweilen polarische Hemiedrie. Fig. 128. Theilb. 0 höchst vollkommen.

Fig. 128.



11 *Topas.* $\dddot{A}l\,AlF^3 + 3\dddot{A}l\dddot{Si}$. Pyrophysalit. $AlF^3 + \dddot{A}l\dddot{Si}$. Pyknit.

V. Smaragd. Rhomboedrisch, augitisch. Theilbarkeit rhomboedrisch-axotom und peritom deutlich, prismatoidisch höchst vollkommen. $H. = 7{\cdot}5 \ldots 8{\cdot}0$, $G. = 2{\cdot}6 \ldots 2{\cdot}2$.

1. **Prismatischer.** Augitisch. Neigung von $\frac{\bar{H}}{2}$ gegen $\infty\bar{H}$ $= 130° 43'$, $\infty A = 114° 50'$. Fig. 129. Theilbarkeit $\infty\breve{D}$ höchst vollkommen, weniger vollkommen $\frac{\bar{H}}{2}$, Spuren nach $\infty\bar{H}$. Abweichung der Axe $= 18° 53'$ in der Ebene $\infty\breve{D}$. $H. = 7{\cdot}5$, $G. = 2{\cdot}9 \ldots 3{\cdot}2$.

Fig. 129.



12 *Euklas.* Haüy. $2\dot{B}e^3\dddot{Si} + \dddot{A}l^2\dddot{Si}$.

2. **Rhomboedrischer.** Rhomboedrisch. $R = 116° 40'$. Fig. 130. Theilbarkeit R und ∞Q mehr und weniger deutlich. $H. = 7{\cdot}5 \ldots 8{\cdot}0$, $G. = 2{\cdot}95 \ldots 3{\cdot}0$.

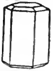
Fig. 130.



13 *Phenakit.* Nordenskjöld. $\dot{B}e^3\dddot{Si}$.

3. **Dirhomboedrischer.** Dirhomboedrisch. $D = 138° 41'$, $89° 45'$, $Q = 151° 9'$, $59° 47'$. Fig. 131. Theilbarkeit 0, weniger vollkommen ∞Q. $H. = 7{\cdot}5 \ldots 8{\cdot}0$, $G. = 2{\cdot}6 \ldots 2{\cdot}8$.

Fig. 131.

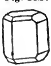


14 *Smaragd.* $\dot{B}e^3\dddot{Si}^2 + \dddot{A}l\dddot{Si}$. Beryll. Davidsonit.

VI. Quarz. Rhomboedrisch, orthotyp, amorph. Theilbarkeit nicht axotom. $H. = 5{\cdot}5 \ldots 7{\cdot}5$, $G. = 1{\cdot}9 \ldots 2{\cdot}7$.

1. **Prismatischer.** Orthotyp, $\infty O = 120° 0'$. Fig. 132. Theilbarkeit $\infty\breve{D}$, Spuren nach $\bar{D}$ und ∞O; Krystallschalen senkrecht auf die Axe. Drei Axenfarben, Längsdiagonale dunkelblau, Querdiagonale bläulichweiss, Axe gelblichweiss; ins Braune. $H. = 7{\cdot}0 \ldots 7{\cdot}5$, $G. = 2{\cdot}5 \ldots 2{\cdot}6$.

Fig. 132.



15 *Cordierit.* Haüy. $3(\dot{M}g^3, \dot{F}e^3)\dddot{Si}^2 + 8\dddot{A}l\dddot{Si}$. Iolith, Dichroit, Peliom, Steinheilit, harter Fahlunit.

2. **Rhomboedrischer.** Rhomboedrisch. $R = 75° 55'$. $Q = 133° 44'$, $103° 35'$. Gyroidische Hemiedrie, $\frac{Q}{2} = 94° 15'$.

Fig. 133.



Fig. 133. Theilbarkeit $\frac{Q}{2}$, ∞Q, unvollkommen. H. = 7·0. G. = 2·5...2·7.

16 *Quarz.* $\dddot{Si}$. Bergkrystall, Rauchtopas, Amethyst, Citrio, Morioo, Prasem, Eisenkiesel, Hornsteio, Viridul, Kieselschiefer, Feuerstein, Chalzedon, Karoiol, Ooyx, Jaspis, Sinopel, Heliotrop, Chrysopras, Plasma, Cantalit, Katzenauge, Schwimmstein, Aventurin, Fulgorit, Haytorit (pseudomorph oaeh Datolith), Bergmehl, Fiorit (weiss, mehlig, schwimmend; Infusorieo-Kieselpaozer), Quarzfels (*Quarzite*), Kiesel, Kieselsteio, Kieselschiefer (*Phthanite*).

17 *Chromstein.* Derb. Grün. Hart. Creuzot, Frankreich. Gemenge aus ($\dddot{Al}$, $\dddot{Cr}$, $\dddot{Fe}$) $\dddot{Si}$.

3. Untheilbarer. Amorph. Nierförmig...derb. Untheilbar. H. = 5·5...6·5, G. = 1·9...2·2.

18 *Opal.* $\dddot{Si}$, $\dot{H}$. Hyalit, Meoilit, Stillolith, Geyserit, Kieselsioter, Kieseltuf, Cacholong, Zeasit, Hydrophao, Weltauge.

19 *Michaelit.* Webster. Weisser fasriger Opal. St. Michael Insel, Azoren. $\dddot{Si}\dot{H}$.

4. Empyrodoxer. Amorph. Körner...derb. Untheilbar. H. = 6·5...7·0, G. = 2·2...2·45.

20 *Obsidian.* $\dot{K}$, $\dot{Na}$, $\dddot{Al}$, $\dddot{Si}$, u. s. w. Pechstein, Perlsteio, Perlit, Aequioolit? Marekaoit, Moldawit, Pseudochrysolith, Bimstein, Pumit.

21 *Sphärulit.* Werner. Eingewachsene Kugeln in Obsidian und Perlstein. Grau bis Braun. H. = 6·0...6·5, G. = 2·4...2·45. Hlinik, Ungarn. $\dot{K}$, $\dot{Ca}$ $\dot{Fe}$, $\dddot{Al}$, $\dddot{Si}$.

22 *Tachylit.* Breithaupt. Amorph, muschlig. Glasglanz. Schwarz. H. = 6·5, G. = 2·519...2·522. Dransfeld, Göttingen. ($\dot{K}$, $\dot{Na}$, $\dot{Mg}$, $\dot{Ca}$, $\dot{Fe}$) $\dddot{Si}^2$ + $\dddot{Al}\dddot{Si}$.

23 *Fluolith.* Lampadius. Amorph, muschlig. Glasglanz. Schwarz. H. = 6·5...7·0, G. = 2·731. Island.

24 *Isopyr.* Haidinger. Amorph, muschlig. Glasglanz. Schwarz. H. = 5·5...6·0, G. = 2·9...2·95. Cornwall. 2 ($\dot{Ca}$, $\dot{Fe}$) $\dddot{Si}$ + $\dddot{Al}\dddot{Si}$.

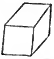
25 *Wichtyn.* Laurent. Amorph, muschlig. Schwarz. Ritzt Glas. G. = 3·03. Wichty, Finniand. ($\dot{Fe}^3$, $\dot{Ca}^3$, $\dot{Mg}^3\dot{Na}^3$) $\dddot{Si}$ + $\dddot{Al}$, $\dddot{Fe}$) $\dddot{Si}^2$.

VII. Axinit. Anorthisch. Theilbarkeit unvollkommen. Farbe nicht ins Gelbe geneigt. H. = 6·5...7·0, G. = 3·0...3·3.

1. Prismatischer. Anorthisch. Neigung von $r\frac{A}{4}$(u) gegen $r\frac{\infty A}{2}$(P) = 135° 10′, gegen $\infty\bar{H}$(r) = 115° 17′, von P gegen

$r = 134°\,40'$. Fig. 134. Theilb. an der Stelle der scharfen Kante zwischen P und u. Neigung gegen $P = 103°\,5'$. Drei Axenfarben, blassolivengrün, zimmtbraun, Hauptaxe dunkelviolblau, die letztere absorbirt.

Fig. 134.



26 *Axinit.* HAÜY. $(\dot{C}a^3, \dot{M}g^3)\,(\dddot{S}i^2, \ddot{B}^2) + 2\,(\dddot{A}l, \dddot{F}e, \dddot{M}n)\,(\dddot{S}i, \ddot{B})$. Thumerstein, Thumit.

VIII. CHRYSOLITH. Orthotyp, augitisch. Theilbarkeit sehr unvollkommen. Farbe grün, braun, beide ins Gelbe geneigt, gelb. Reiner Glasglanz. $H. = 6{\cdot}5...7{\cdot}0$, $G. = 3{\cdot}1...3{\cdot}5$.

1. Prismatischer. Orthotyp. $\breve{D} = 80°\,53'$, $\infty O2 = 130°\,2'$. Fig. 135. Theilbarkeit $\infty\bar{D}$, $\infty\breve{D}$ Spuren. Drei grüne, wenig verschiedene Axenfarben, gras-, pistazien- und olivengrün. $H. = 6{\cdot}5...7{\cdot}0$, $G. = 3{\cdot}3...3{\cdot}5$.

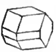
Fig. 135.



27 *Chrysolith.* $(\dot{M}g^3, \dot{F}e^3)\,\dddot{S}i$. Peridot. Olivin. Chusit. Limbilith.

28 *Forsterit.* LEVY. Orthotyp. $\infty O = 128°\,54'$. Basis des Orthotyps $= 107°\,48'$. Stumpfe Axenkanten $= 139°\,14'$. Fig. 136. Theilbarkeit parallel der Basis. Durchsichtig. $H. = 7{\cdot}0$. Vesuv. $\dot{M}g$, $\dddot{S}i$. Chrysolith?

Fig. 136.



29 *Monticellit.* BROOKE. Orthotyp, $\infty O = 132°\,54'$, $\bar{D} = 97°\,32'$. Glasglanz. Gelblich, röthlich, weiss. Durchsichtig. $H. = 5{\cdot}0...7{\cdot}0$, $G. = 3{\cdot}245...3{\cdot}275$. Vesuv.

30 *Turnerit.* LEVY. Augitisch. $\infty A = 96°\,10'$. Neigung von 0 gegen $\infty A = 99°\,40'$. Theilbarkeit $\infty\breve{D}$ und $\infty\bar{H}$, eines vollkommner. Gelb, ins Braue. Härte zwischen 4 und 5. Mont Sorel, Dauphiné. $\dddot{A}l$, $\dot{C}a$, $\dot{M}g$ wenig $\dot{F}e$, $\dddot{S}i$.

31 *Hyalosiderit.* WALCHNER. Orthotyp, ähnlich Chrysolith, $\breve{D} = 80°\,38'$, $\bar{D} = 77°\,50'$. Theilbarkeit undeutlich, nach einer Diagonale. Glasglanz. Gelblichbraun. Oberfläche angelaufen. $H. = 5{\cdot}5$, $G. = 2{\cdot}875$. Kaiserstuhl, Breisgau. $(\dot{M}g^3, \dot{F}e^3)\,\dddot{S}i$.

32 *Tautolith.* BREITHAUPT. Orthotyp. $\infty O = 109°\,46'$, $\breve{D} = 51°\,52'$, $\bar{D} = 88°\,25'$. Theilb. ∞O, $\infty\breve{D}$ unvollkommen. Glasglanz. Schwarz. $H. = 6{\cdot}5...7{\cdot}0$, $G. = 3{\cdot}867$. Laacher See. $\dot{F}e$, $\dot{M}g$, $\dddot{A}l$, $\dddot{S}i$.

33 *Fayalit.* C. GMELIN. Spuren von Theilbarkeit nach zwei Richtungen, die einen sehr stumpfen Winkel bilden. Fettglanz. Schwarz,

grünlich bis bräunlich. H. = 6·5, G. = 4·11...4·14. Fayal, Azoren. $\dot{F}$, $\dddot{Si}$ +.

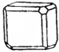
34 *Eschwegit.* DÖBEREINER. Mineral aus dem Eisenglimmerschiefer, Brasilien. $\dddot{Fe}$, $\dddot{Si}$.

2. Hemiprismatischer. Augitisch. $\frac{A}{2} = 89°$, $-\frac{A}{2} = 80°$, $\infty A = 68°$, nD = 85°. DANA. Körner. Theilbarkeit kaum wahrnehmbar. Farbe gelb, braun. H. = 6·5, G. = 3·15...3·25.

35 *Chondrodit.* D'OHSSON. $\dot{M}g\dot{M}gF + \dot{M}g^3\dddot{Si}$. Brucit. Maclureit.

36 *Humit.* BOURNON Orthotyp oder Augitisch; $\infty O = 129° 40'$, $\breve{D} = 60°$, $\bar{D} = 71° 58'$? Theilbarkeit Basis, undeutlich. Glasglanz. Gelb. H. = 6·5...7·0, G. = 3·0...3·2. Vesuv. $\ddot{M}g$, $\dddot{Si}$, F +. Wahrscheinlich Chondrodit.

Fig. 137.



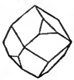
IX. BORAZIT. Tessularisch. H. = 7·0. G. = 2·8...3·0.

1. Tetraedrischer. Tessularisch. Tetraedrische Hemiedrie. Fig. 137. Theilb. Oktaeder, unvollkommen.

37 *Borazit.* WERNER. $\dot{M}g\dddot{B}$.

38 *Rhodizit.* G. ROSE. Tessularisch. Tetraedrisch. Fig. 138. Theilbarkeit unvollkommen. Weiss, gelblich, graulich. H. über 8·0, G. = 3·318. Mursinsk, Sibirien. $\dot{C}a$, $\dddot{B}$.

Fig. 138.



X. TURMALIN. Rhomboedrisch. Theilb. unvollk. H. = 7·0...7·5, G. = 2·0...3·2.

Fig. 139.



1. Rhomboedrischer. R = 133° 26'. Polarische Hemiedrie, dreiseitige Prismen. Fig. 139. Theilbarkeit R, ∞Q. Farbe der Base verschieden von der Axenfarbe, dunkler.

39 *Turmalin.* $\dddot{B}$, ($\dot{K}$, $\dot{N}a$, $\dot{L}i$, $\dot{C}a$, $\dot{M}g$, $\dot{M}n$, $\dot{F}e$), ($\dddot{Al}$, $\dddot{Fe}$)$\dddot{Si}$. Schörl. Aphrizit. Indicolith. Rubellit.

XI. GRANAT. Tessularisch, pyramidal, orthotyp. Theilb. unvollk. oder prismatoidisch. H. = 6·0...7·5, G. = 3·1...4·3. Orthotyp: Theilb. prismatoidisch, vollk., G. = 3·3 und mehr, Farbe nicht grün. G. unter 3·3: tessularisch.

Fig. 140.



1. Pyramidaler. Pyramidal, P = 129° 29', 74° 14'. Fig. 140. Theilbarkeit 0, ∞P, ∞P', unvollkommen. H. = 6·5, G. = 3·3...3·4.

40 *Idokras.* Haüy. $\dot{C}a^2\dddot{S}i + (\dddot{A}l, \dddot{F}e)\,\dddot{S}i$. Vesuvian, Egeran, Wiluit, Frugardit, Gökumit, Xanthit, Zurlit? Cyprin, Loboit.

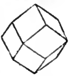
Fig. 141.



2. Tetraedrischer. Tessularisch. Tetraedrische Hemiedrie. Fig. 141. Theilbarkeit Oktaeder unvollkommen, H. = 6·0...6·5, G. = 3·1...3·3.

41 *Helvin.* Werner. $\dot{M}n\acute{M}n + 3\,(\dot{M}n^2, \dot{B}e^2, \dot{F}e^2)\,\dddot{S}i$.

Fig. 142.



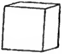
3. Dodekaedrischer. Tessularisch. Theilbarkeit, Granatoid unvollkommen. Kein reiner Glasglanz. Farbe nicht rein blutroth. H. = 6·5...7·5.

42 *Granat.* $(\dot{C}a^3, \dot{M}g^3, \dot{F}e^3, \dot{M}n^3)\,\dddot{S}i + (\dddot{A}l, \dddot{F}e)\,\dddot{S}i$. Almandin, Aplom, Rothoffit, Polyadelphit, Kaneelstein, Melanit, Grossular, Allochroit, Romanzowit.

43 *Uwarowit.* Hess. Tessularisch. D. Theilbarkeit unvollkommen, D. H. Glasglanz. Smaragdgrün. H. = 8·0, G. 3·4···3·5. Bissersk, Russland. $(\dot{C}a^3, \dot{M}g^3, \dot{F}e^3)\,\dddot{S}i + (\dddot{C}r, \dddot{A}l)\,\dddot{S}i$.

44 *Knebelit.* Döbereiner. Derb, muschlig. Grau ins Grüne und Braune. Hart. G. = 3·7. $\dot{F}e^3\dddot{S}i + \dot{M}n^3\dddot{S}i$. Ein Granat.

Fig. 143.



4. Hexaedrischer. Tessularisch. Hexaedrische Krystalle, Körner. Fig. 133. Keine Theilbarkeit, muschliger Bruch. Glasglanz. Farbe rein blutroth. H. = 7·5, G. = 3·69...3·78.

45 *Pyrop.* Werner. $\dddot{C}r, (\dot{M}g, \dot{M}n, \dot{C}a), (\dddot{A}l, \dddot{F}e)\,\dddot{S}i$.

Fig. 144.

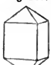


5. Prismatoidischer. Orthotyp. $\breve{D}$ = 70° 32′, $\infty\breve{O}2$ = 129° 31′. Fig. 144. Theilb. $\infty\breve{D}$ vollkommen, $\infty\breve{O}2$ Spuren. H. = 7·0...7·5, G. = 3·3...3·9.

46 *Staurolith.* Werner. $\dddot{A}l, \dddot{F}e, \dddot{S}i$.

XII. Zirkon. Pyramidal. H. = 7·5, G. = 4·5...4·7.

Fig. 145.



1. Pyramidaler. P = 123° 19′, 84° 20′. Fig. 145. Theilbarkeit P, ∞P unvollkommen.

47 *Zirkon.* Werner. $\dddot{Z}r\dddot{S}i$. Hyazinth.

48 *Ostranit.* Breithaupt. Orthotyp. O = 128° 14′, 71° 56′. Theilbarkeit unvollkommen, $\infty\breve{D}$, ∞O, $2\breve{D}$, ∞O = 84° 40′. Mit dem Zirkonwinkel 84° 20′, in einer andern Stellung übereinstimmend. Nelkenbraun. H. = 6·0...6·5, G. = 4·3...4·4. Fredriksvärn, Norwegen.

49 *Malakon.* Scheerer. Pyramidal. P = 124° 57′, 82°. Keine Theilbarkeit. H. = 6·0, G. = 3·913. Milchweiss, trübe. Oberfläche dunkler. Hitteröen. $2\ddot{\ddot{Z}}r\dddot{S}i + \dot{\dot{H}}$.

50 *Oerstedtit.* Forchhammer. Pyramidal. P = 123° 16′ 30″. Axenkante. Braun. H. = 5·5, G. = 3·629. Arendal. ($\dot{C}a^3$, $\dot{M}g^3$, $\dot{F}e^3$) $\dddot{S}i + 9\dot{\dot{H}}$ nebst $\frac{2}{3}$ von $\ddot{T}i$ und $\ddot{\ddot{Z}}r$.

Fig. 146.



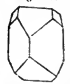
51 *Zeagonit.* Phillips. Pyramidal. P = 122° 58′, 85°. Fig. 146. Kleine glänzende einzelne Krystalle. Blass bläulich. H. = 7·0...7·5. Vesuv.

XI. Ordnung. Erze.

I. Titanerz. Tessularisch, pyramidal, augitisch. Strich ungefärbt...lichtröthlichbraun (nicht gelblich). H. = 5·0...6·5, G. = 3·4...4·4. Tessularisch: G. unter 4·3. Augitisch: G. = 3·6 und weniger. G. unter 4·2: Strich ungefärbt, Farbe nicht schwarz

1. Prismatisches. Augitisch. $\frac{A}{2}$ = 113° 37′, $\infty\bar{A}2$ = 136° 8′. Abweichung der Axe = 8° 18′ in der Ebene $\infty\breve{D}$. Fig. 147. Theilbarkeit $\frac{A}{2}$, $\frac{\bar{D}}{2}$ = 28° 6′ unvollkommen. Strich weiss. H. = 5·0...5·5, G. = 3·5...3·6.

Fig. 147.



1 *Sphen.* Haüy. $\dot{C}a^3\dddot{S}i + \ddot{T}i^3\dddot{S}i$. Titanit, Ligurit, Lederit, Semelin, Spinther, Pictit.

2 *Yttrotitanit.* Scheerer. Derb. Eine vollkommene Theilungsfläche. Spuren nach zwei andern. Auf ersterer Glasglanz, sonst Fettglanz. Bräunlichroth, durchscheinend. H. = 6·0...7·0, G. = 3·69. Insel Buöen bei Arendal. $\dddot{S}i$, $\ddot{T}i$, $\dot{C}a$, $\dot{Y}$, $\ddot{\ddot{F}}$, $\dot{M}n$, $\ddot{\ddot{A}}$, Mg.

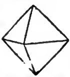
3 *Greenovit.* Dufrénoy. Anorthisch. Zwei Theilungsflächen, die sich unter Winkeln von 126° 56 schneiden. Glasglanz in den Fettglanz. Rosenroth, ins Fleischrothe. H. = 5·5, G. 3·5...3·6, St. Marcel, Piemont. $\dot{M}n$, $\ddot{T}i$.

4 *Wöhlerit.* Scheerer. Flache Krystalle, Körner. Undeutlich theilbar. Fettglanz. Gelb, ins Braune. H. = 5·0...6·0, G. = 3·41. Lövöen bei Brevig, Norwegen. $\ddot{\ddot{Z}}r^3\ddot{\ddot{T}}a + 5\,(\dot{C}a^3\dddot{S}i + \dot{N}a\dddot{S}i)$.

5 *Perowskit.* G. Rose. Tessularisch. Krystalle und Theilbarkeit Hexaeder. Metallähnlicher Diamantglanz. Graulich...eisenschwarz.

Strich graulichweiss. H. = 5·5...6·0, G. = 4·017. Achmatowsk, Slatoust, Sibirien. Ċa, T̈i.

Fig. 148

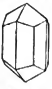


2. Oktaedriachea. Tessularisch. Fig. 148. Theilbarkeit Oktaeder, kaum wahrnehmbar. Strich lichtbraun. H. = 5·0, G. = 4·2...4·25.

6 *Pyrochlor.* Wöhler. NaF, ĊaT⃛a +.

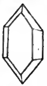
7 *Mikrolith.* Shepard. Tessularisch. O. D. L. Theilbarkeit Oktaeder unvollkommen. Strohgelb...Röthlichbraun. H. = 5·0...5·5, G. = 4·75...5·0. Chesterfield, Massachusetts. ĊaT⃛a.

Fig. 149.



3. Peritomer. Pyramidal. P = 134° 58′, 65° 35′, 2P′ = 123° 6′, 84° 40′. Miller. Fig. 149. Theilbarkeit ∞P vollkommen, ∞P′ weniger vollkommen. Zwillingswinkel 114° 25′. Strich lichtbraun. H. = 6·0...5·5, G. = 4·2...4·5.

Fig. 150.



8 *Rutil.* Werner. T̈i. Nigrin.

9 *Brookit.* Orthotyp. O = 135°46′, 101°37′, 94°44′. 2D̄ = 56° 24′. Krystalle flach zwischen ∞D̆. Fig. 152. Metallähnlicher Diamantglanz. Haar-... Röthlichbraun. H. = 5·5...6·0, G. = 4·1...4·2. Snowdon, Wales. T̈i. Jurinit.

Fig. 151.



4. Pyramidalea. Pyramidal. P = 97° 56′, 136° 22′. Fig. 121. Theilb. 0 und P vollk., vorzüglich eraterea. Strich weiss. H. = 5·5...6·0, G. = 3·7...3·9.

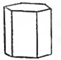
10 *Anatas.* Haüy. T̈i. Oktaedrit.

11 *Mengit.* G. Rose. Orthotyp. O = 150° 52′, 101° 10′, 86° 20′. ∞O = 136° 20′. D̆ = 79° 32′. Keine Theilbarkeit. Unvollkommener Metallglanz. Eisenschwarz. Strich kastanienbraun. H. = 5·0...5·5, G. = 5·43. Miask. T̈, Z̈r, F⃛e. Ilmenit. Brooke.

12 *Warwickit.* Shepard. Orthotyp. Priamen von 94° oder 105°, an den Enden gerundet. Theilbarkeit vollkommen nach den langen Diagonalen D̄. Perlmutterartiger Metallglanz. Dunkel haarbraun. Auf D̄ kupferroth. H. = 5·5...6·0, G. = 3·0...3·14. Warwick, Neu-York. Y, Fe, Ti, F? Ob Rutil? Berz. und Ramm.

II. Zinnerz. Rhomboedrisch. Strich oraniengelb. H. = 4·0...4·5. G. = 5·4...5·5.

Fig. 152.

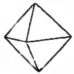


1. Rhomboedrisches. Q = 144° 54′, 74° 12′. HAUSMANN. Fig. 152. Theilbar parallel den Flächen 0 und ∞Q, der Base und den Seitenflächen eines regelmässigen sechsseitigen Prismas, ersteres deutlicher.

13 *Zinkit.* H. $\dot{Z}n$. Rothes Zinkerz.

III. KUPFERERZ. Tessularisch. Strich bräunlichroth. H. = 3·5...4·0, G. = 5·6...6·1.

Fig. 153



1. Oktaedrisches. Tessularisch. Fig. 153. Theilbarkeit Oktaeder, ziemlich vollkommen.

14 *Cuprit.* H. $\dot{\text{€}}u$. Rothkupfererz, Ziegelerz.

15 *Chalkotrichit.* GLOCKER. Rhomboedrisch. Theilbarkeit. R = 99° 15′. SUCKOW. Haarförmige Prismen, ∞R, Diamantglanz. Karminroth. G. = 5·8. Rheinbreitbach. $\dot{\text{€}}u$, mit etwas Se? Haarförmiges Rothkupfererz.

IV. ZINNERZ. Pyramidal. Strich nicht schwarz. H. = 6·0...7·0, G. = 6·3...7·1.

Fig. 154.



1. Pyramidales. P = 132° 26′, 67° 59′, 2P′ = 121° 35′, 87° 17′. Fig. 154. Theilbarkeit ∞P, ∞P′ unvollkommen. Zwillinge nach P. Winkel = 112° 1′. Strich ungefärbt...lichtbraun.

16 *Kassiterit.* BEUDANT. $\ddot{S}n$. Zinnstein, kornisch Zinnerz.

V. TANTALERZ. Orthotyp, augitisch. Strich bräunlichschwarz. H. = 6·0...6·5, G. = 6·3...8·0. Augitisch: G. = 6·4 und weniger. G. = 6·6 und weniger; nicht untheilbar.

1. Prismatisches. Orthotyp. O = 147° 30′, 100° 0′, 88° 0′, ∞O = 130° 0′. Theilbarkeit ∞O, $\infty\breve{D}$, $\infty\bar{D}$, unvollkommen. Strich zimmtbraun. H. = 6·0...6·5, G. = 7·8...8·0.

17 *Tantalit.* ECKEBERG. $\dot{M}n$, $\dot{T}a$, $\dot{F}e$, $\ddot{T}a$. Tantalit von Kimito.

18 *Ildefonsit.* H. Orthotyp. ∞O = 58° 14′. Theilbarkeit ∞O, $\infty\breve{D}$. Glasglanz, diamantartig. Schwarz. Strich röthlichbraun ins Graue. H. = 6·0...7·0, G. = 7·416. S. Ildefonso, Spanien. Harttantalerz. BREITHAUPT. Tantaloxyd von S. Ildefonso.

19 *Uranotantal.* G. ROSE. Undeutliche Krystalle. Unvollkommener Metallglanz. Strich dunkelröthlichbraun. H. = 5·0...6·0, G. = 5·625. Miask. $\dot{U}$, $\dot{T}a$ +.

20 *Yttertantal.* Berzelius. 1. Schwarzer. Nach einer Richtung blättrig. Unvollkommener Metallglanz. Schwarz. Strich grau. Ritzt Glas. G. = 5·395. ($\dot{Y}^3$, $\dot{C}a^3$, $\dot{F}e^3$) ($\ddot{\mathrm{Ta}}$, $\ddot{W}$). 2. Gelber. Nach einer Richtung blättrig. Glas- und Fettglanz. Gelblichgrau. Strich weiss. Ritzt kaum Glas. G. = 5·882. $\dot{Y}^3$ ($\ddot{T}\ddot{U}$). 3. Dunkler. Amorph. Muschlig. Glas...Fettglanz. Bräunlichschwarz. Strich weiss. Ritzt kaum Glas. Schwer. Finbo. Ytterby. ($\dot{Y}^3$, $\dot{C}a^3$) $\ddot{T}$.

21 *Euxenit.* Scheerer. Ohne Spur von Theilbarkeit. Fettglanz. Bräunlichschwarz. Strich röthlichbraun. H. = 6·5, G. = 4·60. Jölster, Bergenhuus, Norwegen. $\dot{Y}$, $\ddot{T}a$, + $\dot{U}$, $\dot{C}e$, $\dot{C}a$, $\ddot{T}$, $\dot{H}$?

2. Hemiprismatisches. Augitisch. Zwei Prismen = 100° 16′ und 126° 46′. Abweichung der Axe etwa 1° in der Ebene $\infty\breve{D}$. Fig. 155. Theilbarkeit $\infty\breve{D}$ deutlich, Spuren nach $\infty\breve{D}$ und einem Prisma. H. = 6·0, G. = 6·3...6·4.

Fig. 155.

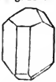


22 *Niobit.* H. Nach dem von H. Rose entdeckten Metall. ($\dot{F}e^3$, $\dot{M}n^3$) $\dddot{N}b$? Columbit. Tantalit von Bodenmais. Torrelit. Thomson.

VI. Scheelerz. Augitisch. Strich dunkelröthlichbraun. H. = 5·0...5·5, G. = 7·1...7·4.

1. Prismatisches. Augitisch. $\frac{A}{2}$ = 117° 45′. ∞A = 101° 5′. Abweichung der Axe = 0. Längsfläche $\infty\breve{D}$. Fig. 156. Theilbarkeit $\infty\breve{D}$ vollkommen.

Fig. 156.



23 *Wolfram.* $\dot{M}n\dddot{W}$ + $\dot{F}e\dddot{W}$.

VII. Uranerz. Amorph. Strich schwarz. H. = 5·5, G. = 6·4...6·6.

1. Untheilbares. Nierförmig, derb.

24 *Uranin.* H. $\dot{U}\dddot{U}$. Uranpecherz, Pecherz.

25 *Schweruranerz.* Breithaupt. Amorph. Nierförmig. Stenglig. Muschlig...uneben. Halbmetallglanz. H. = 6·0, G. = 7·9...8·0. Przibram. U +.

26 *Gummierz.* Breithaupt. Amorph. Fettglanz. Hyazinthroth. H. = 2·5...3·0, G. = 3·9...4·2. Johann-Georgenstadt. $\dot{C}a^3\dddot{P}$ + $4\dddot{U}\dot{H}^3$, nebst $\dddot{V}$.

27 *Pittinerz.* Breithaupt. Amorph. Nierförmig, derb. Schwarz. Strich olivengrün. H. = 3·0...3·5, G. = 4·8...5·0. Johann-Georgenstadt. $\dot{U}$ +.

VIII. Cererz. Rhomboedrisch. Strich ungefärbt. H. = 5·5, G. = 4·9...5·0.

1. Rhomboedrisches. Niedrige regelmässige sechsseitige Prismen. Spuren von Theilbarkeit. Röthlichgrau.

28 *Ceril.* Berzelius. $\dot{Ce}\ddot{Si} + 3\dot{H}$. Cerinstein.

29 *Monazit.* Breithaupt. Augitisch. $\infty A = 94° 35'$, (100°).

Fig. 157. Abweichung der Axe = 13°. Längsfläche $\infty\breve{D}$. Fig. 157.



Theilbarkeit unvollkommen. Roth ins Braune. H. = 5·5, G. = 4·9...5·0. Miask, Sibirien. ($\dot{Ce}^3$, $\dot{La}^3$, $\dot{Th}^3$?) $\dddot{P}$. Mengit. Brooke. Edwardsit von Norwich, Connecticut. Shepard. Eremit. Shepard.

Fig. 158.



IX. Chromerz. Tessularisch. Strich braun. H. = 5·5, G. = 4·4...4·5.

1. Oktaedrisches. Tessularisch. Fig. 158. Theilbarkeit Oktaeder, unvollkommen.

30 *Chromit.* H. ($\dot{Mg}$, $\dot{Fe}$) + ($\dddot{Al}$, $\dddot{Cr}$). Chromeisenstein.

X. Eisenerz. Tessularisch. rhomboedrisch. Strich roth, dunkelbraun, schwarz. H. = 5·0...6·5, G. = 4·4...5·3. Strich braun: rhomboedrisch, oder G. = 4·8 und mehr. Strich schwarz: rhomboedrisch, G. = 4·8 und weniger; oder lebhafte Wirkung auf den Magnet.

1. Axotomes. Rhomboedrisch. $R = 85° 59'$, $\frac{2Q}{2} = 91° 20'$. Pyritoidische Hemiedrie. Fig. 159. Theilbarkeit 0, vollkommen. R Spuren. Strich schwarz. Schwache Wirkung auf den Magnet. H. = 5·0...5·5, G. = 4·4...4·8.

Fig. 159.



31 *Ilmenit.* Kupffer. ($\dot{Fe}$, $\dddot{Fe}$) $\ddot{Ti}$. Titaneisen aus Gastein. Kibdelophan. Crichtonit ?

32 *Crichtonit.* Rhomboedrisch. R = 61° 29'. Theilbarkeit 0, deutlich. Eisenschwarz. Strich schwarz. H. = 6. G. zwischen 4·0 und 5·0. Bourg d'Oisans, Dauphiné. $\dot{Fe}$, $\ddot{Ti}$.

33 *Mohsit.* Levy. Rhomboedrisch. R = 73° 53'. Krystalle tafelartig zwischen den Endflächen. Keine Theilbarkeit. Eisenschwarz. Ritzt das Glas sehr leicht. Dauphiné.

34 *Washingtonit.* Shepard. Rhomboedrisch. R = 86°. Form: 0, ∞Q. Theilbarkeit R. Eisenachwarz. Strich lichter. H. = 5·75, G. = 4·963...5·016. Washington, Connecticut. Fe, Ti, Mn.

2. Hexaedrisches. Tessularisch. Keine Theilbarkeit. Bruch vollkommen muschlig, starkglänzend. Strich schwarz. Lebhafte Wirkung auf den Magnet. H. = 6·0...6·5, G. = 4·7...4·9.

35 *Iserin.* Werner. Magnetischer Eisensand. Menaccanit.

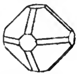
3. Oktaedrisches. Tessularisch. Fig. 158. Theilbarkeit Oktaeder unvollkommen, Bruch muschlig, uneben. Strich schwarz. Lebhafte Wirkung auf den Magnet. H. = 5·5...6·5, G. = 4·8...5·2

36 *Magnetit.* H. FeFe. Magneteisenstein.

37 *Vignit.* Karsten. Blau, etwas grünlich. Stark magnetisch. Vignes, N. W. von Metz, Frankreich. Gemenge von Magneteisenstein, Spatheisenstein und basisch-phosphorsaurem Eisenoxyd.

38 *Chamoisit.* Berthier. Gemenge von Magneteisenstein, und Alaunerde-Hydrosilikaten. Chamoison, Wallis.

Fig. 160.



4. Dodekaedrisches. Tessularisch. Fig. 160 Theilbarkeit Oktaeder sehr unvollkommen. Strich braun. Schwache Wirkung auf den Magnet. H. = 6·0...6·5, G. = 5·0...5·1.

39 *Franklinit.* Berthier.

40 *Dysluit.* van Uxem. Tessularisch, Oktaeder. Glasglanz. Dunkelbraun. H. = 5·5, G. = 4·55. Sterling, New-Jersey. (Zn, Fe, Mn) (Al, Fe).

41 *Talkeisenstein.* Breithaupt. Tessularisch. Oktaeder. Theilbarkeit unvollkommen. Eisenschwarz. Strich schwarz. H. = 5·5...6·0, G. = 4·418...4·420. Schwach magnetisch. Sparta, New-Jersey. Fe, F, Mg, Tl.

42 *Isophan.* Breithaupt. Tessularisch. Oktaeder. Eisenschwarz. Strich braun. H. = 6·0...6·5, G. = 5·01. Fe, O +.

5. Rhomboedrisches. Rhomboedrisch. R = 85° 58'. Fig. 161. Theilbarkeit unvollkommen. Regelmässige Zusammensetzung derber Masse als scheinbare Theilbarkeit nach R. Schalen parallel der Endfläche. Strich roth...röthlichbraun. Zuweilen schwache Wirkung auf den Magnet. H. = 5·5...6·5, G. = 4·8...5·3.

Fig. 161.



43 *Hämatit.* HAUSMANN. $\dddot{\text{Fe}}$. Eisenglanz, Rotheisenstein, Rother Glaskopf, pseudomorph nach braunem. Martit, BREITHAUPT, pseudomorph nach Magnetit. Crucit, THOMSON, pseudomorph nach Staurolith. Thoneisensteine, Röthel (Gemenge).

44 *Hystatit.* BREITHAUPT. Rhomboedrisch. R = 86° 10′. Eisenschwarz, Strich schwarz. Magnetisch. H. = 6, G. = 5·0. Tvedestrand, Arendal. Titaneisen von Arendal. Basanomelan, Eisenrose.

45 *Irit.* HERMANN. Feine abfärbende Flittern und Schuppen. Eisenschwarz. G. = 6·506. Starke Wirkung auf den Magnet. Ural. $\dot{\text{Jr}}$, $\dot{\text{Os}}$, $\dot{\text{Fe}}$) ($\dddot{\text{Jr}}$, $\dddot{\text{Os}}$, $\dddot{\text{Cr}}$).

46 *Turgit.* HERMANN. Derb, dicht, flachmuschlig, matt. Undurchsichtig. Röthlichbraun. Glanz im Striche. H. = 5·0, G. = 3·54...3·74. Turginskische Kupfergruben, Bogoslawsk, Ural. $\dddot{\text{Fe}}^2\text{H}$. Gemenge von dichtem Roth- und Brauneisenstein, etwas Quarz u. s. w.

XI. HABRONEMERZ. Orthotyp, amorph. Strich gelb...lichtbraun. H. = 4·5...5·5, G. = 3·4...4·3.

1. Prismatisches. Orthot. H. = 5·0...5·5, G. = 3·4...3·95.

47 *Limonit.* BEUDANT. $\dddot{\text{Fe}}^2\text{H}^3$. Brauneisenstein, Lepidokrokit, Chileit, Thoneisensteine (Gemenge). Dichtes Bohnerz, pseudomorph nach Pyrit und Markasit. Schaliges Bohnerz, Krystalloide in Thon, u. s. w.

2. Prismatoidisches. Orthotyp. $\breve{P}r$ = 117° 30′, ∞O = 94° 53′, $\infty\breve{O}2$ = 130° 40′. H. = 5·0...5·5, G. = 4·15...4·3.

48 *Göthit.* BEUDANT. $\dddot{\text{Fe}}\text{H}$. Nadeleisenerz.

3. Untheilbares. Amorph. Nierförmig, derb. Untheilbar. Fettglanz. H. = 4·5, G. = 3·6...3·67.

49 *Stilpnosiderit.* ULLMANN. $\dddot{\text{Fe}}\text{H}$.

50 *Chalkochlor.* FIEDLER. Tessularisch. Pyritoidische Hemiedrie. Farbe und Strich schwärzlichbraun. Muschlig. Insel Serpho, im griechischen Archipel. $\dot{\text{Cu}}$, $\dddot{\text{Fe}}$, Cl, $\dot{\text{H}}$. Limonit, verwitterter Pyrit.

51 *Raseneisenstein.* WERNER. Unregelmässige Gestalten, derb, durchlöchert, blasig, zerreiblich. Fettglanz, glänzend... matt. Braune Farben des Eisenoxydhydrats. H. = 1·0...2·0, G. = 2·6. Die festen Varietäten mit glänzend muschligem Bruche heissen Wiesenerz, die zerreiblichen Morasterz, die von mittlerer Konsistenz Sumpferz. Gemenge von $\dddot{\text{Fe}}\text{H}$ mit $\dddot{\text{Fe}}$, $\dddot{\text{P}}$, $\dddot{\text{Si}}$.

52 *Quellerz.* Herrmann. Derb, knollig, durchlöchert. Muschlig bis erdig. Nowogrod, Russland. Gemenge aus $\dddot{\bar{Fe}}\dot{H}^3$, $\dddot{Mn}\dot{H}^3$, $\dddot{\bar{Fe}}\dddot{\ddot{P}} + 6\dot{H}$ und $\dddot{\bar{Fe}}^3\bar{O}x + 6\dot{H}$.

XII. Melanerz. Pyramidal, orthotyp, augitisch, anorthisch. Farbe schwarz. Strich grau, braun, schwarz. H. = 5·0...7·0, G. = 3·4...5·0. Strich ungefärbt: G. = 3·4...3·6, H. = 6·0; oder G. = 4·0...4·3. Strich braun: H. über 6·0; oder G. über 5·0. Theilbarkeit unvollkommen. Strich schwarz: G. = 4·1 und weniger, ohne Glanz im Striche.

Fig. 162.



1. Tetartoprismatisches. Anorthisch. Fig. 162. Theilbarkeit nach zwei unter 116° geneigten Richtungen, undeutlich. H. = 6·0, G. = 3·45...3·7.

53 *Allanit.* Thomson. $2\dddot{Al}\dddot{Si} + 3(\dot{Fe}^3, \dot{Ce}^3, \dot{La}^3, \dot{Mg}^3, \dot{Ca}^3, \dot{Mn}^3)\dddot{Si}$. Torrelith, Renwick.

54 *Orthit.* Berzelius. Schiefwinklige Prismen von etwa 115°. Glasglanz. Schwarz. Strich grau ins Braune. H. = 6·0, G. = 3·1...3·3. $2\dddot{Al}\dddot{Si} + 3(\dot{Fe}^3, \dot{Ce}^3, \dot{La}^3, \dot{Y}^3, \dot{Mg}^3, \dot{Mn}^3, \dot{Ca}^3)\dddot{Si}$.

55 *Uralorthit.* Hermann. Nierförmig, derb, ohne Theilbarkeit. Fettglanz. Schwärzlichbraun, Strich grünlichgrau. Undurchsichtig. H. = 6·0, G. = 3·41. Wie Orthit.

56 *Bodenit.* Breithaupt. Derb. Muschlig bis uneben. Geringer Glas- bis Fettglanz. Schwarz ins Bräunliche. Strich grau, zum Theil grünlich. H. = 6·5, G. = 3·0...3·5. Orthit und Allanit ähnlich. Boden, Marienberg, Sachsen. $\dot{Ce}$, $\dot{La}$, $\dot{Y}$, $\dot{Ca}$, $\dot{Mg}$, $\dot{Mn}$, $\dddot{\bar{Fe}}$, $\dddot{Al}$, $\dddot{Si}$, $\dot{H}$.

57 *Tscheffkinit.* G. Rose. Amorph, muschlig. Glasglanz. Schwarz. Strich dunkelbraun. H. = 5·0...5·5, G. = 4·5...4·6, Miask. $\dot{Ce}$, $\dot{La}$, $\dot{Fe}$, $\dddot{Si}$ +.

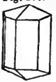
58 *Thorit.* Berzelius. Amorph. Glasglanz. Schwarz, mit rothem Anflug. Nicht vom Messer geritzt. G. = 4·6...4·8. Insel Lövöen bei Brevig, Norwegen. $\dot{Th}^3\dddot{Si} + 3\dot{H}$ +.

2. Hemiprismatisches. Orthotyp. Prismen von etwa 115°. Unvollkommene Theilbarkeit. Strich grünlichgrau. H. = 6·5...7·0, G. = 4·0...4·3.

59 *Gadolinit.* Eckeberg. $(\dot{Y}^3, \dot{Ce}^3, \dot{Fe}^3)\dddot{Si}$

3. Diprismatisches. Orthotyp. 139° 37′, 117° 38′, 77° 16′. $\bar{D}$ = 113° 2′, ∞O = 112° 37′. Fig. 163. Theilbarkeit $\bar{D}$, ∞O, o, ∞$\breve{D}$, sämmtlich unvollkommen. Strich schwarz, zuweilen ins Grüne oder Braune geneigt. H. = 5·5...6·0, G. = 3·8...4·1.

Fig. 163.



60 *Lievrit.* $\dot{C}a^3\dddot{Si} + 2\dot{F}e^3\dddot{Si} + \dddot{\bar{F}e}{}^2\dddot{Si}$.

61 *Wehrlit.* v. KOBELL. Derb, körnig. Unvollkommener Metallglanz. Eisenschwarz. Strich grünlichgrau. Magnetisch. H. = 6·0...6·5, G. = 3·9. Szurraskö, Ungarn. $(\dot{C}a^3, \dot{F}e^3)\dddot{Si} + 3\dddot{\bar{F}e}\dddot{Si}$.

4. Prismatisches. Orthotyp. O = 136° 28′, 116° 22′, 80° 26′. Fig. 164. Theilbarkeit ∞$\bar{D}$ nicht sehr vollkommen, ∞$\breve{D}$ kaum wahrnehmbar. Bruch muschlig. Strich dunkelbraun H = 6·5, G. = 4·75...4·85.

Fig. 164.



62 *Polymignyt.* BERZELIUS. $\dot{C}a$, $\dot{M}n$, $\dot{C}e$, $\dot{Y}$, $\dddot{\bar{F}e}$, $\ddot{Z}r$, $\ddot{T}i$.

63 *Polykras.* SCHEERER. Orthotyp. Stumpfe Axenkante von O = 152°, ∞O = 140°. Winkel von $\bar{D}$ = 94°. Krystalle lang und breit zwischen ∞$\bar{D}$. Keine Theilbarkeit. H. = 5·0...6·0, G. = 5·05...5·15. Schwarz. Strich graulichbraun. Hitteröen, Norwegen. $\ddot{T}i$, $\ddot{T}a$, $\ddot{Z}r$, $\dot{Y}$, $\dddot{\bar{F}e}$, $\dddot{\bar{U}}$, $\dot{C}e$ u. s. w.

5. Dystomes. Orthotyp, ∞O = 127° 0′. Fig. 165. Theilbarkeit ∞$\bar{D}$ Spuren. Strich lichtbraun. H. = 5·0...5·5, G. = 5·1...5·2.

Fig. 165.



64 *Aeschynit.* BERZELIUS. $\ddot{T}i$, $\ddot{Z}r$, $\dot{C}e$.

6. Pyramidaler. Pyramidal. P = 100° 28′, 128° 27′. Pyritoidische Hemiedrie. Fig. 166. Theilbarkeit P. Spuren. Strich blassbraun. H. = 5·5...6·0, G. = 5·8...5·9.

Fig. 166.



65 *Fergusonit.* HAIDINGER. $(\dot{Y}^6\dot{C}e^6)\dddot{\bar{T}a}$.

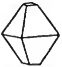
7. Prismatoidischer. Orthotyp. Prisma etwa 115°. Theilbarkeit prismatoidisch, ziemlich deutlich. Strich gelblichgrau ins Braune geneigt. H. = 5·5...6·0, G. = 4·1...4·2.

66 *Cerin.* BERZELIUS. $2(\dddot{\bar{F}e}, \dddot{\bar{A}})\dddot{Si} + (\dot{C}e^3, \dot{F}e^3, \dot{C}a^3, \dot{M}g^3, \dot{L}a^3)\dddot{Si}$. Schwarzcererz.

XIII. MANGANERZ. Pyramidal, orthotyp, amorph. Strich dunkelbraun, schwarz, nicht ins Gelbe geneigt. Keine Wirkung auf

den Magnet. H. = 2·0...6·5, G. = 4·0...4·9. Strich braun: H. = 5·0...5·5, G. = 4·7...4·8, oder H. = 4·0 und weniger. Strich schwarz, H. = 5·0 und mehr: G. = 4·2 und weniger, Glanz im Striche, oder G. = 4·8 und mehr.

Fig. 167.



1. P y r a m i d a l e s. Pyramidal. P = 105° 25′, 117° 54′. Fig. 167. Theilb. 0, P und P′ = 114° 51′, 99° 11. Strich braun. H. = 5·0...5·5, G. = 4·7...4·8.

67 *Hausmannit.* Haidinger. $\ddot{\mathrm{M}}\mathrm{n}\dddot{\mathrm{M}}\mathrm{n}$. Schwarzer Braunstein, Manganoxydoxydul.

Fig. 168.



2. B r a c h y t y p e s. Pyramidal. P = 109° 53′, 108° 39′. Fig. 168. Theilbarkeit P vollkommen. Strich schwarz, ein wenig ins Braune geneigt. H. = 6·0...6·5, G. = 4·8...4·9.

68 *Braunit.* Haidinger. $\dddot{\mathrm{M}}\mathrm{n}$. Manganoxyd $\dddot{\mathrm{M}}\mathrm{n}$, $\dddot{\mathrm{S}}\mathrm{i}$.? Marcellin? Heteroklin?

69 *Polianit.* Breithaupt. Orthotyp. ∞O = 92° 52′ bis 93° 12′. Theilb. ∞$\breve{\mathrm{D}}$ vollk. Licht stahlgrau. H. = 6·0...6·5, G. = 4·83...4·88. Platten, Böhmen. $\ddot{\mathrm{M}}\mathrm{n}$. Braunit, pseudomorph nach Pyrolusit.

3. U n t h e i l b a r e s. Amorph. Nierförmig, traubig, derb. Keine Theilbarkeit. Strich bräunlichschwarz, glänzend. H. = 5·0...6·0, G. = 4·0...4·2.

70 *Psilomelan.* Haidinger. ($\dot{\mathrm{M}}\mathrm{n}$, Ba, $\dot{\mathrm{K}}$) $\ddot{\mathrm{M}}\mathrm{n}^2$ + $\dot{\mathrm{H}}$. Schwarzer Glaskopf. Leptonemerz, Breithaupt. H. = 5·5...6·0, G. = 4·3...4·4.

4. P r i s m a t o i d i s c h e s. Orthotyp. D = 114° 19′,

Fig. 169.



∞O = 99° 40. Fig. 169. Theilbarkeit ∞$\breve{\mathrm{D}}$ sehr vollkommen, 0, ∞O weniger vollkommen. Strich braun. H. = 3·5...4·0, G. = 4·3...4·4.

71 *Manganit.* Haidinger $\dddot{\mathrm{M}}\mathrm{n}\dot{\mathrm{H}}$. Manganoxydhydrat.

5. P r i s m a t i s c h e s. Orthotyp. ∞O = 93° 40′.

Fig. 170.



Fig. 170. Theilbarkeit ∞O, ∞$\breve{\mathrm{D}}$, ∞$\bar{\mathrm{D}}$. Strich schwarz, abfärbend. H. = 2·0...2·5, G. = 4·6...4·9.

72 *Pyrolusit.* Haidinger. $\ddot{\mathrm{M}}\mathrm{n}$. Mangansuperoxyd. Varvizit.

73 *Neukirchit.* Thomson. Kleine vierseitige Prismen. Schwarz. H. = 3·5, G. = 3·824. Neukirchen, Elsass. $\dddot{\mathrm{M}}\mathrm{n}$, $\dddot{\mathrm{F}}\mathrm{e}$. $\dot{\mathrm{H}}$. Gemenge von Pyrolusit und Brauneisenstein?

XII. Ordnung. Metalle.

I. Arsenik. Rhomboedrisch. Farbe zinnweiss. H. = 3·5, G. = 5·7...5·8.

Fig. 171.



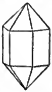
1. Rhomboedrisches. Rhomboedrisch. ½R = 114° 26′. R = 85° 26′. Fig. 171. Theilbarkeit 0.

1 *Arsenik.* As.

2 *Arsenikglanz.* Breithaupt. Theilbarkeit monotom, vollkommen. Zwischen Frisch- und Schwärzlichbleigrau. H. = 2·0, G. = 5·36...5·39. Marienberg, Sachsen. 12As + S.

II. Tellur. Tessuiarisch, rhomboedrisch. Farbe zinnweiss. Nicht dehnbar. H. = 2·0...3·5, G. = 6·1...8·6, G. = 6·8 und weniger. H. = 2·5 und weniger.

Fig. 172.



1. Rhomboedrisches. Rhomboedrisch. R = 71° 11. Q = 130° 4′, 115° 12′. $\frac{Q}{2}$ = 86° 2′. Fig. 172. Theilbarkeit ∞Q; 0 Spuren. H. = 2·0...2·5, G. = 6·1...6·2.

3 *Tellur.* Te.

4 *Petzit.* H. Spuren von Krystallisation. Flachmuschlig...eben. Zwischen Dunkelbleigrau und Stahlgrau. Wenig geschmeidig. G. = 8·72...8·83. Nagyag. Ag, Au, Te. Tellurgoldsilber. Hausmann.

2. Untheilbarer. Derb. Theilbarkeit nicht wahrnehmbar. Zwischen Bleigrau und Stahlgrau, ins Schwarze. Etwas geschmeidig. H. = 2·5...3·0, G. = 8·3...8·6.

5 *Hessit.* Fröbel. AgTe. Tellursilber. G. Rose.

3. Hexaedrisches. Tessuiarisch. Theilbarkeit Hexaeder. H. = 3·0...3·5, G. = 8·0...8·5.

6 *Altait.* (Grube Sawodinsky, Altai). H. PbTe. Tellurblei. G. Rose.

III. Antimon. Rhomboedrisch, orthotyp. Farbe weiss, nicht ins Rothe geneigt. Nicht dehnbar. H. = 3·0...3·5, G. = 6·5...10·0. G. = 8·0 und mehr: mit ungleicher Vollkommenheit nach verschiedenen schiefen Richtungen theilbar.

1. Rhomboedrischer. Rhomboedrisch. R = 117° 15′. Fig. 171. Theilbarkeit 0 sehr vollkommen. R, Spuren von 4R und ∞Q. H. = 3·0...3·5, G. = 6·5...6·8.

7 *Antimon.* Sb.

8 *Allemontit.* H. Nierförmig, krummschalig. Zinnweiss. H. = 3·5, G. = 6·1...6·203. Przibram. $SbAs^3$. Arsenikantimon, Arseniksilber. W, ?

2. **Prismatisches.** Orthotyp. O = 132° 42′, 92°, 106° 40′. Hausmann. ∞O = 120° ungefähr. Sternförmige Zwillinge, parallel und senkrecht auf ∞O. Fig. 173. Theilbarkeit O und D̆, weniger vollkommen ∞D. H. = 3·5, G. = 8·9...10·0.

Fig. 173.



9 *Antimonsilber.* Ag^2Sb.

IV. Wismuth. Tessularisch. Vollkommen theilbar. Farbe silberweiss, etwas ins Rothe fallend. Nicht dehnbar. H. = 2·0...2·5, G. = 9·6...9·8.

1. **Oktaedrisches.** Tessularisch. Tetraedrische Hemiedrie. Fig. 174. Theilbarkeit Oktaeder.

Fig. 174.



10 *Wismuth.* Bi.

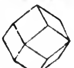
11 *Blei.* Nachahmende Gestalten. Bruch hackig. Bleigrau. Dehnbar. H. = 1·5, G. = 11·3...11·4. Bristol. Pb.

12 *Zinn.* Pyramidal. P = 140° 25′, 57° 13′. Formen P′, P, 3P′, 3P, ∞P′, ∞P. Miller, galvanisch gebildet. Zinnweiss. Dehnbar. H. = 2·0. G. = 7·178 krystallisirt, = 7·293, dieselben Krystalle geschmolzen. Gediegen, in den Goldseifen von Slatoust im Ural nach Hermann, mit Osmium-Iridium. Sn, mit etwas Pb.

V. Merkur. Tessularisch, flüssig. Untheilbar. Farbe weiss. Nicht geschmeidig. H. = 0·0...3·5, G. = 10·5...15·0.

1. **Dodekaedrisches.** Tessularisch. Farbe silberweiss. H. = 1·0...3·5, G. = 10·5...14·0.

Fig. 175.



13 *Amalgam.* $AgHg^2$.

14 *Arquerit.* Domeyko. Tessularisch. Oktaeder. Silberweiss. Geschmeidig. H. = 2·0...2·5, G. = 10·80. Arqueros, Coquimbo, Chili. Ag^6Hg.

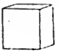
2. **Flüssiges.** Flüssig. Farbe zinnweiss. G. = 12·0...15·0.

15 *Merkur.* Hg. Quecksilber.

VI. Silber. Tessularisch. Farbe silberweiss. Dehnbar. H. = 2·5...3·0, G. = 10·0...11·0.

1. **Hexaedrisches.** Tessularisch. Fig. 176.

Fig. 176.



16 *Silber.* Ag.

VII. GOLD. Tessularisch. Farbe goldgelb. H. = 2·5...3·0, G. = 12·0...20·0.

1. Hexaedrisches. Tessularisch. Fig. 176. Dehnbar.

17 *Gold.* Au bis $AgAu^2$ (Elektrum von Schlangenberg).

18 *Rhodiumgold.* DEL RIO. Spröde. G. = 15·5...16·8. AuRh.

19 *Porpezit.* FRÖBEL. Grauliches Goldgelb. Porpez, Südamerika. Au, Pd, Ag. Palladium-Gold.

VIII. IRIDIUM. Tessularisch. Einzelne vollkommene Theilungsflächen. Farbe stahlgrau, silberweiss. Dehnbar. H. = 7·0, G. = 18·6...24·0.

1. Hexaedrisches. Tessularisch. Fig. 176. G. = 22·0...24·0.

20 *Iridium.* Nischne-Tagilsk. Ir, Pt.

21 *Newjanskit.* H. Dirhomboedrisch. Q. = 127° 36′, 124°.

Fig. 177.



Fig. 177. Theilb. 0 vollkommen. Zinnweiss. H. = 7·0, G. = 18·6...19·5. Newjansk u. s. w., Sibirien. $IrOs$. Lichtes Osmium-Iridium. G. ROSE. Iridosmin. Osmium-Iridium.

22 *Sisserskit.* H. Dirhomboedrisch. Q = 127° 36′, 124°. Theilb. 0 vollk. Bleigrau. H. = 7·0, G. = 21·0...22·6. Sissersk u. s. w. Sibirien. $IrOs^3$ und $IrOs^4$. Dunkles Osmium-Iridium. G. ROSE.

IX. PALLADIUM. Tessularisch. Farbe stahlgrau. Dehnbar. H. = 4·5...5·0, G. = 11·5...12·5.

1. Oktaedrisches. Tessularisch. Keine Theilbarkeit.

23 *Palladium.* Pd. Selenpalladium. ZINKEN.

24 *Eugenesit.* ZINKEN. Feinkörnig. Zwischen Silberweiss und Zinnweiss, gelb anlaufend. Spröde. Tilkerode, Harz. Pd, Ag, Au.

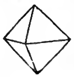
X. PLATIN. Tessularisch. Keine Theilbarkeit. Farbe stahlgrau. Dehnbar. H. = 4·0...4·5, G. = 16·0...20·0.

1. Hexaedrisches. Tessularisch. Körner. Geschiebe.

25 *Platin.* Pt (Fe, Ir). Polyxen.

26 *Eisenplatin.* BREITHAUPT. Dunkelstahlgrau. G. = 14·6...15·7. Pt, Fe.

Fig. 178.



XI. EISEN. Tessularisch. Farbe lichtstahlgrau. H. = 4·5, G. = 7·4...7·8.

1. Oktaedrisches. Tessularisch. Fig. 177. Keine Theilbarkeit. Dehnbar. Magnetisch.

27 *Eisen.* Fe, mit etwas Ni.

XII. Kupfer. Tessularisch. Farbe kupferroth. H. = 2·5...3·0. G. = 8·4...8·9.

1. **Oktaedrisches.** Tessularisch. Dehnbar. Keine Theilb.

28 *Kupfer.* Cu.

XIII. Ordnung. Kiese.

I. Nickelkies. Orthotyp. Farbe kupferroth. H. = 5·0...5·5, G. = 7·5...7·7.

1. **Rhomboedrischer.** Dirhomboedrisch. Q = 139° 48′, 86° 50′. Breithaupt. Theilbarkeit sehr unvollkommen. Unebener Bruch.

Fig. 179.



1 *Nickelin.* Beudant. NiAs. Kupfernickel.

2 *Plakodin.* Breithaupt. Orthotyp. ∞O = 115° 28′. D̆ = 129° 52′. Krystalle tafelartig zwischen ∞D̆. Theilbarkeit undeutlich nach ∞O und ∞D̆. Lichttombackbraun. H. = 5·0...5·5, G. = 7·988...8·062. Müssen, Siegen, Preussen. Ni^4As.

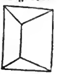
3 *Tombazit.* Breithaupt. Tessularisch. Theilbarkeit Hexaeder. Tombackbraun. Strich schwarz. H. = 4·0...5·0, G. = 6·63. Lobenstein, Sachsen. Ni, As, S.

4 *Breithauptit.* H. Rhomboedrisch. Q = 130° 58′, 112° 10′, regelmässige sechsseitige Tafeln. Lichtkupferroth, durch Anlaufen violblau. Strich röthlichbraun. Spröde. H. = 5·0, G. = 7·541. Andreasberg. NiSb. Antimonnickel. Hausmann und Stromeyer.

5 *Kaneit.* H. Derb, körnig, schalig. Metallglanz. Weiss ins Graue. Spröde. Hart. G. = 5·55. Sachsen. MnAs. Arsenikmangan. Kane.

II. Arsenikkies. Orthotyp. Farbe nicht ins Rothe geneigt. H. = 5·0...6·0, G. = 5·7...7·4 und zwar = 6·2 und weniger, oder = 7·1 und mehr.

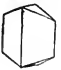
Fig. 180.



1. **Axotomer.** Orthotyp. D̄ = 51° 20′, ∞O = 122° 26′. Fig. 180. Theilb. 0; weniger vollk. D̆ = 86° 10′. Spuren von ∞O. H. = 5·0...05, G. = 7·1...7·4.

6 *Lölingit.* H. Fe, As^2. Axotomer Arsenikkies. Mohs. Arsenikkies von Reichenstein. Leukopyrit.

Fig. 181.



2. **Prismatischer.** Orthotyp. ¼D̆ = 145° 26′. ∞O = 111° 53′. Fig. 81. Theilbarkeit ∞O, Spuren von 0. H. = 5·5...6·0, G. = 5·7...6·2.

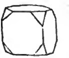
7 *Mispickel.* $\overset{''}{Fe} + FeAs^2$. Arsenikkies, Weisserz, Giftkies, Vermontit, Dalarnit.

8 *Danait.* HAYES. Orthotyp. Formen u. s. w. des Mispickels. G. = 6·2. Franconia, N. A. $(Fe, Co)S^2 + (Fe, Co)As^2$. Akontit? Kobaltbaltiger Arsenikkies.

III. KOBALTKIES. Tessularisch. Farbe weiss, ins Stahlgraue oder Rothe geneigt. H. = 5·0...5·5, G. = 4·0...6·6.

1. Oktaedrischer. Tessularisch. Fig. 182. Theilbarkeit Spuren nach dem Hexaeder, Oktaeder und Granatoid. Farbe silberweiss ins Stahlgraue geneigt. H. = 5·5, G. = 6·4...6·6.

Fig. 182.



9 *Smaltin.* BEUDANT. $CoAs^2$ bis $\overset{''}{Co}As^3$. Weisser Speiskobalt.

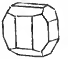
10 *Rammelsbergit.* H. Tessularisch. Aehnlich dem Smaltin (weissen Speiskobalt). Silberweiss ins Stahlgraue. H. = 5·5, G. = 7·129. Schneeberg. $NiAs^2$. Weisser Kupfernickel. Arseniknickel. RAMMELSBERG. Nickel-Biarseniet. KERSTEN. Weissnickelkies, Weissnickelerz.

11 *Safflorit.* BREITHAUPT. Orthotyp. Nierförmig, traubig, stenglig. Stahlgrau. H. = 5·5, G. = 7·0...7·3. Schneeberg. $Co(Fe, Ni)As^2$. Faseriger weisser Speiskobalt. Grauer Speiskobalt.

12 *Kerstenit.* H. Tessularisch. Theilbarkeit Hexaeder. Gestrickt. Zinnweiss ins Bleigraue. G. = 6·0...7·0. Schneeberg. Co, Fe, Bi, u. s. w. Wismuthkobaltkies. KERSTEN.

2. Hexaedrischer. Tessularisch. Pyritoidische Hemiedrie. Fig. 183. Theilb. Hexaeder sehr vollk. Farbe silberweiss ins Rothe geneigt. H. = 5·5, G. = 6·0...6·1.

Fig. 183.



13 *Kobaltin.* BEUDANT. $\overset{''}{Co} + CoAs^2$. Glanzkobalt von Tunaberg.

14 *Skutterudit.* H. Tessularisch. Theilbarkeit Hexaeder, deutlich. Spuren von D. Zinnweiss. H. = 6·0, G. = 6·74 bis 6·84. Skutterud, Norwegen. $CoAs^3$. Tesseralkies, Hartkobalterz.

3. Isometrischer. Tessularisch. Fig. 184. Theilbarkeit Hexaeder unvollkommen. Farbe silberweiss ins Rothe geneigt. H. = 5·5, G. = 4·9...5·0.

Fig. 184.



15 *Linnéit.* H. Uralte Spezies, nach HAUSMANN, Min. 2te Aufl. p. 149, von LINNÉ. Syst. Nat. III. 129 aufgeführt. $\overset{'}{Co}\overset{'''}{Co}$. Koboldine. Kobaltkies, HAUSMANN.

4. **Eutomer.** Tessularisch. Theilbarkeit Hexaeder vollkommen. Farbe lichtstahlgrau. H. = 5...5·5, G. = 6·4...6·5.

16 *Ullmannit.* Fröbel. $\overset{''}{Ni} + NiSb^2$. Nickelspiessglanzerz.

17 *Stirian.* Breithaupt. Hexaeder. Theilbarkeit H deutlich. G. = 7·0, H. = 4·5...5·0. Schladming.

18 *Gersdorffit.* Löwe. Tessularisch. Pyritoidische Hemiedrie. Silberweiss. H. = 5·5, G. = 6·3...6·67. Schladming. $\overset{''}{Ni} + NiAs^2$ oder $2\overset{'}{Ni} + NiAs^2$. Nickelglanz von Loos etc. Disomose.

19 *Amöbit.* v. Kobell. Tessularisch. Kleine Oktaeder. Theilbarkeit H. O. Licht stahlgrau. H. = 4·0, G. = 6·08 +. Lichtenberg bei Steben, Baiern. $(Ni^2, Fe^2)(As^3, S^3)$.

20 *Wodankies.* Breithaupt. Theilbar. Zinnweiss ins Graue. H. = 4·0...4·5, G. = 5·1...5·2. Dobschau, Ungarn. Ni, Fe, Co, As, S.

21 *Kausimkies.* Breithaupt. Kleine Krystalle mit dreiseitigen Flächen. Strahlig. Silberweiss. G. = 5·081. Kurprinz, Freiberg Fe, Sb, As, S.

IV. Eisenkies. Tessularisch, rhomboedrisch, orthotyp. Farbe gelb, zum Theil ins Kupferrothe geneigt. H. = 3·5...6·5, G. = 4·4...5·2.

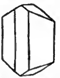
Fig. 185.



1. **Hexaedrischer.** Tessularisch. Pyritoidische Hemiedrie. Fig. 185. Theilbarkeit Hexaeder, Oktaeder, von verschiedenen Graden der Deutlichkeit. Farbe speisgelb. H. = 6·0...6·5, G. = 4·9...5·2.

22 *Pyrit.* $\overset{''}{Fe}$. Schwefelkies. Zellkies.

Fig. 186.



2. **Prismatischer.** Orthotyp. $\breve{D} = 106° 36'$, $\breve{\infty} O = 98° 13'$. Fig. 186. Theilb. $\bar{D}$. Spuren von ∞O. Farbe speisgelb. H. = 6·0...6·5, G. = 4·65...4·9.

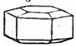
23 *Markasit.* $\overset{''}{Fe}$. Strahlkies, Kammkies, Leberkies, Spärkies.

24 *Wasserkies.* Hausmann. Derb, dicht, gelblichgrau, verwitternd. H. = 2·0...3·5, G. = 3·3...3·5. Trübau, Mähren. $\overset{''}{Fe}$, $\dot{H}$. Gemenge, fein zertheilten Eisenkies enthaltend.

25 *Millerit.* H. Rhomboedrisch, dünne nadelförmige Prismen ∞Q. Messinggelb ins Speisgelbe und Stahlgraue. H. = 3·5, G. = 5·65. Joachimsthal. $\overset{'}{Ni}$. Haarkies. Werner.

3. Rhomboedrischer. Dirhomboedrisch. $Q = 126° 49'$, $127° 6'$. Fig. 187. Theilbarkeit 0 vollkommen, ∞Q unvollkommen. Farbe speisgelb ins Kupferrothe geneigt. H. = 3·5...4·5, G. = 4·4...4·7.

Fig. 187.

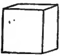


26 *Pyrrhotin.* BREITHAUPT. $\overset{\prime}{\mathrm{Fe}}$ mit $\overset{\prime\prime}{\mathrm{Fe}}$, in verschiedenen Verhältnissen, z. B. $6\overset{\prime}{\mathrm{Fe}} + \overset{\prime\prime}{\mathrm{Fe}}$. Magnetkies.

27 *Eisennickelkies.* SCHEERER. Derb. Tessularisch. Theilbarkeit Oktaeder. Licht tombackbraun. H. = 3·5...4·5, G. = 4·60. Nicht magnetisch. Lillehammer, Norwegen. $2\overset{\prime}{\mathrm{Fe}} + \overset{\prime}{\mathrm{Ni}}$.

V. KUPFERKIES. Tessularisch, pyramidal. Farbe messinggelb, kupferroth. H. = 3·0...4·0, G. = 4·1...5·1. Farbe kupferroth: G. = 4·9 und mehr.

Fig. 188.



1. Oktaedrischer. Tessularisch. Fig. 188. Theilbarkeit Oktaeder, sehr unvollkommen. Farbe kupferroth. H. = 3·0, G. = 4·9...5·1.

28 *Bornit.* H. Diese Spezies wurde zuerst mit Bestimmtheit von dem Kupferglanze und Kupferkiese getrennt, in meines Vaters *Eintheilung der k. k. Mineralien-Sammlung*, 1782, Seite 26, welche unter v. BORNS Leitung neu aufgestellt worden war. $\overset{\prime}{\mathrm{Cu}}{}^{3}\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Fe}}$. Buntkupfererz.

Fig. 189.



2. Pyramidaler. Pyramidal. $P = 109° 53'$. $108° 40'$. Sphenoidische Hemiedrie. Fig. 189. Theilbarkeit $2P' = 101° 49'$, $126° 11'$. Farbe messinggelb. H. = 3·5...4·0, G. = 4·1...4·3.

29 *Chalkopyrit.* $\overset{\prime}{\mathrm{Cu}}\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Fe}}$. Kupferkies, Nierenkies.

30 *Cuban.* BREITHAUPT. Derb. Tessularisch. Theilbarkeit Hexaeder, deutlich. Zwischen Speisgelb und Messinggelb. H. = 4·0, G. = 4·026...4·042. Insel Cuba. Cu, Fe. S.

31 *Kyrosit.* BREITHAUPT. Orthotyp. Prisma = 107°. Zwillinge, wie Markasit. Weisslich speisgelb ins Messinggelbe. H. = 5·5...6·0, G. = 4·729. Annaberg. Fe, As, S, Cu. Weisskupfererz.

32 *Domeykit.* H. Traubig. Derb. Silberweiss ins Gelbe. Dem Buntanlaufen unterworfen. H. = 3·0...3·5. Calabazo, Coquimbo, Chili. $\mathrm{Cu}^3\mathrm{As}$. Arsenikkupfer. DOMEYKO.

XIV. Ordnung. Glanze.

1 *Berthierit.* Haidinger. Theilbarkeit undeutlich nach mehreren Richtungen. Dunkelstahlgrau, etwas ins Röthliche geneigt, dem Anlaufen unterworfen. H. = 2·0...3·0, G. = 4·0...4·3. Anglar, Frankreich. $\overset{\prime}{Fe}\overset{\prime\prime\prime}{Sb}$. Haidingerit. Berthier.

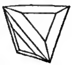
I. Dystomglanz. Tessularisch, rhomboedrisch, orthotyp, augitisch. Farbe stahlgrau, zum Theil etwas ins Gelbe geneigt, schwärzlich bleigrau, eisenschwarz. Theilbarkeit wenig vollkommen, nicht axotom. Spröde. H. = 2·5...4·0, G. = 4·3...5·8.

1. Hexaedrischer. Tessularisch. Theilbarkeit, Hexaeder, Granatoid Spuren. Farbe stahlgrau, etwas ins Messinggelbe geneigt. H. = 4·0, G. = 4·3...4·4.

2 *Stannin.* Beudant. $\overset{\prime}{Cu} + \overset{\prime}{Sn}$. Zinnkies.

2. Tetraedrischer. Tessularisch. Tetraedrische Hemiedrie. Fig. 190. Theilbarkeit Oktaeder sehr unvollkommen. Farbe stahlgrau...eisenschwarz. H. = 3·0...4·0, G. = 4·5...5·2.

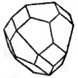
Fig. 190.



3 *Tetraedrit.* H. $[(\overset{\prime}{Fe}^4, \overset{\prime}{Zn}^4) + 2\overset{\prime}{Cu}^4](\overset{\prime\prime\prime}{Sb}, \overset{\prime\prime\prime}{As})$. Fahlerz, Schwarzerz, Weissgiltigerz. Panabase. Beudant.

3. Dodekaedrischer. Tessularisch. Tetraedrische Hemiedrie. Fig. 191. Theilb. Granatoid, unvollk. Farbe schwärzlichbleigrau, Strich etwas ins Rothe geneigt. H. = 4·0, G. = 4·3...4·5.

Fig. 191.



4 *Tennantit.* Phillips. $\left.\begin{matrix}\overset{\prime}{Fe}^4\\ \overset{\prime}{Cu}^4\end{matrix}\right\}\overset{\prime\prime\prime}{As} + 2\overset{\prime}{Cu}^4\overset{\prime\prime\prime}{As}$.

5 *Kupferblende.* Breithaupt. Tetraedrisch. Dunkelgrau. Strich bräunlichroth. Keine Theilbarkeit. H. = 3·5...4·0, G. = 4·2...4·4. Freiberg. Fahlerz.

6 *Selenquecksilberkupfer.* Zinken. Dicht und manchem Fahlerz ähnlich. Tilkerode, Harz. Cu, Hg, Se, S.

7 *Selenquecksilberkupfer, bleiisches.* Zinken. Gemenge des Vorigen mit Selenblei.

4. Prismatoidischer. Orthotyp. Fig. 192. Theilbarkeit ∞Ď unvollkommen. Farbe schwärzlichbleigrau. H. = 3·0, G. = 5·7...5·8.

Fig. 192.



8 *Wölchit.* H. $\overset{\prime}{Cu}^2\overset{\prime\prime\prime}{As} + \overset{\prime}{Pb}^2\overset{\prime\prime\prime}{Sb}$. SCHRÖTTER. Prismatoidischer Kupferglanz, MOHS, von der Wölch im Lavantthale in Kärnthen. Antimonkupferglanz.

9 *Kupferantimonglanz.* ZINKEN und G. ROSE. Orthotyp. Zwei Prismen ∞O und $\infty \breve{O}2 = 135°\,12'$ und $111°$; tafelartige Krystalle nach $\infty\breve{D}$. Theilbarkeit $\infty\breve{D}$ sehr vollkommen. Bleigrau ins Eisenschwarze. H. = 3·5, G. = 4·748. Wolfsthal am Harz. $\overset{\prime}{Cu} + \overset{\prime\prime\prime}{Sb}$.

5. Diprismatischer. Orthotyp. $\breve{D} = 93°\,40'$, $\frac{1}{2}\bar{D} = 87°\,8'$, $\infty\breve{O}2 = 96°\,31'$. Fig. 193. Theilbarkeit $\infty\breve{D}$, $\infty\bar{D}$, ersteres etwas vollkommener. Farbe stahlgrau ins Bleigraue oder Eisenschwarze geneigt. H. = 2·5...3·0, G. = 5·7...5·8.

Fig. 193.



10 *Bournonit.* BROOKE. $\overset{\prime}{Cu}^3\overset{\prime\prime\prime}{Sb} + 2\overset{\prime}{Pb}^3\overset{\prime\prime\prime}{Sb}$. Endellion. Schwarzspiesglaserz. Radelerz. Bleifahlerz. Spiessglanzbleierz.

6. Rhomboedrischer. Rhomboedrisch. R. = 150° 56'. Q = 165° 26', 25° 24'. (Vielleicht prismatische Zwillinge wie Salpeter.) Fig. 194. Theilbarkeit ∞Q unvollkommen. Farbe dunkelstahlgrau. H. = 3·0...3·5, G. = 5·3...5·35.

Fig. 194.



11 *Zinkenit.* G. ROSE. $\overset{\prime}{Pb} + \overset{\prime\prime\prime}{Sb}$.

7. Hemiprismatischer. Augitisch. $\pm\frac{A}{2} = \begin{cases}142°\ \ 3'\\134°\ 30'\end{cases}$, $\frac{2A}{2} = 120°\,49'$. Abweichung der Axe = 17° 32' in der Ebene $\infty\bar{D}$. Fig. 195. Theilbarkeit $\frac{2A}{2}$ ziemlich vollkommen. Farbe schwärzlichbleigrau, ins Eisenschwarze fallend. H. = 2·5, G. = 5·4.

Fig. 195.



12 *Plagionit.* G. ROSE. $4\overset{\prime}{Pb} + 3\overset{\prime\prime\prime}{Sb}$.

13 *Cuproplumbit.* BREITHAUPT. Tessularisch. Theilbarkeit, Hexaeder, deutlich. Schwärzlichbleigrau. H. = 2·5...3·0, G. = 6·408...6·428. Chili. $2\overset{\prime}{Pb} + \overset{\prime}{Cu}$.

14 *Digenit.* BREITHAUPT. Derb. Bruch muschlig. Schwärzlichbleigrau. H. = 2·0...2·5, G. = 3·568...4·680. Chili und Sangerhausen. $\overset{\prime}{Cu} + 2\overset{\prime}{Cu}$.

II. Kupferglanz. Orthotyp. Theilbarkeit unvollkommen, nicht axotom. Farbe schwärzlichbleigrau. Strich mehr und weniger glänzend. Sehr milde. H. = 2·5...3·0, G. = 5·5...6·3.

Fig. 196.



1. Prismatischer. Orthotyp. Ď = 119° 35′, ∞Ŏ2 = 63° 48′. Fig. 196. Theilbarkeit Ď unvollkommen. H. = 2·5...3·0, G. = 5·5...5·8.

15 *Kupferglanz.* Ċu.

2. Isometrischer. Orthotyp. Ď = 119° 35′, ∞Ŏ2 = 63° 48′. Theilb. nicht wahrnehmbar. H. = 2·5...3·0, G. = 6·2...6·3.

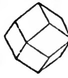
16 *Stromeyerit.* (Stromeyerine.) Beudant. Ċu + Ág. Silberkupferglanz. Stromeyer.

17 *Berzelin.* Beudant. Derb. Silberweiss. Weich. Geschmeidig. Skrikerum, Småland, Schweden. Cu^2Se. Selenkupfer. Berzelius.

18 *Eukairit.* Berzelius. Derb. Theilbar. Bleigrau. Weich. Tryserum, Schweden. $Cu^2Se + AgSe$.

III. Silberglanz. Tessularisch. Farbe schwärzlichbleigrau. Geschmeidig. H. = 2·0...2·5, G. = 6·9...7·2.

Fig. 197.



2. Hexaedrischer. Tessularisch. Fig. 197. Theilbarkeit Granatoid, unterbrochen.

19 *Argentit.* H. Ág. Glaserz, Silberglanz.

20 *Riolith.* Fröbel. Rhomboedrisch. Kleine abgerundete sechsseitige Tafeln. Bleigrau. Sehr geschmeidig. Tasco, Mexico. $AgSe^2$. Doppeltselensilber. Del Rio.

21 *Naumannit.* H. Tessularisch. Theilbarkeit Hexaeder, vollkommen, leicht zu erhalten. Eisenschwarz. Geschmeidig. H. = 2·5, G. = 8·0. Tilkerode, Harz. AgSe. Selensilber.

22 *Onofrit.* H. Derb. Stahlgrau...Schwärzlichbleigrau. Milde. San Onofre, Mexico. Hy, S, Se. Selenschwefelquecksilber, Kersten. Selenquecksilber.

23 *Selenquecksilberblei.* H. Rose. Tessularisch. Theilbar nach drei senkrechten Richtungen. Bleigrau, dunkel. Weich. G. = 7·3. Tilkerode, Harz. PbSe, HySe.

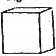
24 *Selenbleikupfer* und *Selenkupferblei.* H. Rose. Derb. Licht bleigrau ins Messinggelbe. Geschmeidig. G. = 7·0. Tilkerode, Harz. PbSe + CuSe. Die zwei Glieder in den Verhältnissen 1, 2, 4 : 1.

25 *Tilkerodit.* H. Tessularisch. Theilbarkeit Hexaeder. Derb. Bleigrau. H. = 2·5...3, G. = 8·2...8·8, Tilkerode, Harz. $CoSe^2 + 6PbSe$. Selenkobaltblei. H. ROSE.

26 *Clausthalit.* BEUDANT. Tessularisch. Theilbarkeit Hexaeder. Bleigrau. H. = 2·5...3·0, G. = 8·2...8·8. PbSe. Clausthal u. s. w., Harz. Selenblei.

IV. BLEIGLANZ. Tessularisch. Farbe rein bleigrau. Milde. H. = 2·5, G. = 6·8...7·6.

Fig. 198.

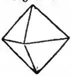


1. Hexaedrischer. Tessularisch. Fig. 198. Theilb. Hexaeder, vollk. H. = 2·5, G. = 7·4...7·6.

27 *Glanz.* Pb. Bleiglanz. Blaubleierz. Bleimulm.

2. Oktaedrischer. Tessularisch. Fig. 199. Theilbarkeit Hexaeder, wenig vollkommen. H. = 2·5, G. = 6·8...6·85.

Fig. 199.



28 *Steinmannit.* ZIPPE. Pb, Sb.

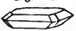
29 *Antimonblei.* BREITHAUPT. Theilbar nach drei senkrechten Richtungen, eine vollkommner. Frisch bleigrau. H. = 2·5, G. = 7·011. Münsterthal, Freiburg, Baden.

30 *Johnstonit.* Derb, bleigrau, G. = 5·27. Dufton, England. Pb mit S gemengt. Ueberschwefelblei. JOHNSTON.

V. EUTOMGLANZ. Pyramidal, rhomboedrisch, orthotyp. Theilbarkeit monotom, sehr vollkommen. Farbe bleigrau, stahlgrau, tombackbraun. Dünne Blättchen biegsam, elastisch. H. = 1·0...2·5, G. = 4·2...8·5.

1. Pyramidaler. P = 96° 43′, 140° 0′, $\frac{3}{2}$P = 103° 17′, 122° 44′. Fig. 200. Theilbarkeit 0. Farbe schwärzlichbleigrau. Dünne Blättchen biegsam. H. = 1·0...1·5, G. = 7·0...7·22.

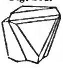
Fig. 200.



31 *Nagyagit.* H. PbTe mit PbS und Au^2T^3. Nagyagererz. WERNER. Blättererz. Blättertellur.

2. Rhomboedrischer. Rhomboedrisch. R = 81° 2′. Fig. 201. Theilbarkeit 0. Zwillinge senkrecht auf die Axenkante von R. Winkel von 0 des einen Individuums gegen 0 des andern = 95° 0′. Farbe zwischen zinnweiss und stahlgrau. Dünne Blättchen

Fig. 201.



etwas biegsam, dickere wenig elastisch. H. = 1·0...2·0, G. = 7·4...8·5.

32 *Tetradymit.* Haidinger. $\overset{'''}{\text{Bi}} + 2\text{BiTe}^3$. Boroine. Tellurwismuth.

33 *Molybdänsilber.* Werner. Rhomboedrisch. Höchst vollkommen axotom. Licht stahlgrau. H. = 1·0...2·0, G. = 8·0...8·44. Blättchen elastisch, dünne Blättchen etwas biegsam. Deutsch-Pilsen, Ungarn. BiS + 4BiTe.

34 *Silberphyllinglanz.* Breithaupt. Derb. Eine deutliche Theilungsrichtung. Dünne Blättchen etwas biegsam. H. = 1·0...2·0, G. = 5·837...5·895. Deutsch-Pilsen, Ungarn. Ag, Mo, Se und etwas Au.

3. Dirhomboedrischer. Rhomboedrisch. Fig. 202. Theilbarkeit 0. Farbe rein bleigrau. Dünne Blättchen, sehr biegsam. H. = 1·0...1·5, G. = 4·4...4·9.

Fig. 202.



35 *Molybdänit.* Beudant. $\overset{'''}{\text{Mo}}$. Molybdänglanz. Wasserblei.

36 *Selenwismuth.* Berzelius. Aehnlich dem Tetradymit, derb. Telemarken, Norwegen. Bi, Te, Se.

4. Prismatischer. Orthotyp. O = 128° 49′, 84° 28′, 118° 0′. Querschnitt von ∞O = 119° 30′. Fig. 203. Theilbarkeit 0. Farbe tombackbraun. Dünne Blättchen biegsam. H. = 1·0...1·5, G. = 4·2...4·25.

Fig. 203.



37 *Sternbergit.* Haidinger. $\overset{'}{\text{Ag}} + 2\overset{'''}{\text{Fe}}$.

38 *Biegsamer Silberglanz.* Bournon. Augitisch. Rhomboidische Tafeln von 125°. Theilbarkeit, Längsfläche sehr vollkommen. Schwärzliche metallische Farbe. Sehr weich, biegsam.

VI. Wismuthglanz. Orthotyp. Farbe bleigrau. H. = 2·0...2·5, G. = 6·1...6·8. Farbe schwärzlichbleigrau: G. = 6·7 und mehr. Farbe rein bleigrau: G. = 6·4 und weniger.

1. Prismatischer. Orthotyp, ∞O = 91° 30′. Theilbarkeit ∞Ď vollkommen, ∞Ď minder vollkommen, 0 und ∞O unvollkommen. Farbe bleigrau, ein wenig ins Stahlgraue geneigt. H. = 2·0...2·5, G. = 6·1...6·4.

39 *Bismuthin.* Beudant. $\overset{'''}{\text{Bi}}$. Wismuthglanz.

2. Prismatoidischer. Orthotyp. Theilb. prismatoidisch, unvollk. Farbe schwärzlichbleigrau. H. = 2·0...2·5, G. = 6·7...6·8.

40 *Patrinit.* H. $\overset{\prime}{\text{Cu}}{}^3\overset{\prime\prime\prime}{\text{Bi}} + 2\overset{\prime}{\text{Pg}}{}^3\overset{\prime\prime\prime}{\text{Bi}}$. Wurde nach v. LEONHARD von PATRIN als ein Wismuthglanz betrachtet. Nadelerz.

41 *Wismuthbleierz.* v. LEONHARD. Nadel- und haarförmige Krystalle. Licht bleigrau. Dem Anlaufen unterworfen. Weich. Schappach, Baden. Pb, Bi, Ag, S.

42 *Kupferwismutherz.* KLAPROTH. Derb. Licht bleigrau ins Stahlgraue. Dem Anlaufen unterworfen. Weich. Wittichen, Fürstenberg. CuBi.

43 *Nickelwismuthglanz.* v. KOBELL. Tessularisch. Theilbarkeit, Oktaeder. Licht stahlgrau ins Silberweisse. H. = 4·5, G. = 5·14. Grünau, Sayn-Altenkirchen. $\text{Ni}\overset{\prime\prime\prime}{\text{Ni}} + \overset{\prime}{\text{Ni}}\overset{\prime\prime\prime}{\text{Bi}}$.

VII. ANTIMONGLANZ. Orthotyp. Farbe stahlgrau, bleigrau. Theilbarkeit vollkommen. H. = 1·5...2·5, G. = 4·2...8·3. G. unter 5·3: H. = 2·0, dünne Blättchen zerbrechlich. G. über 5·3: Farbe stahlgrau, nicht ins Bleigraue geneigt.

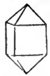
1. Prismatischer. Orthotyp. $\infty O = 94° 20'$. Theilbarkeit $\infty\breve{D}$, $\infty\bar{D}$ von verschiedener Vollkommenheit. Farbe rein stahlgrau. H. = 1·5...2·0, H. = 8·2...8·3.

44 *Sylvanit.* H. (Sylvane, BEUDANT). $\text{AgTe} + 2\text{AuTe}^3$. Schrifterz. Schrifttellur.

45 *Müllerin.* BEUDANT. Orthotyp. $\bar{D} = 143$, $\breve{D} = 73° 50'$, ∞O, 105° 30'. Theilbar. Gelblich silberweiss. Weich. G. = 7·99...8·33. Nagyág. (Ag, Pb) (Te, Sb) + 2Au (Te^3, Sb^3). Weisssilvanerz. WERNER. Weisstellur.

2. Prismatoidischer. Orthotyp. $O = 109° 16', 108° 10'$, 110° 59', $\infty O = 90° 45'$. Fig. 204. Theilbarkeit $\infty\breve{D}$ höchst vollkommen, O, ∞O, $\infty\bar{D}$ unvollkommen. Farbe bleigrau. H. = 2·0, G. = 4·2...4·7.

Fig. 204.



46 *Antimonit.* H. $\overset{\prime\prime\prime}{\text{Sb}}$. Grauspiessglanzerz, Antimonglanz.

3. Axotomer. Orthotyp. $\infty O = 101° 20'$. Theilbarkeit O sehr vollkommen, ∞O, $\infty\breve{D}$ unvollkommen. Farbe stahlgrau. H. = 2·0...2·5, G. = 5·5...5·8.

47 *Jamesonit.* HAIDINGER. $2\overset{\prime\prime\prime}{\text{Sb}} + 3\overset{\prime}{\text{Pb}}$.

4. Peritomer. Orthotyp, $\breve{D} = 130° 8'$, $\infty O = 100° 0'$. Fig. 205. Theilbarkeit ∞O vollkommen. Farbe lichtstahlgrau. H. = 2·0...2·5, G. = 6·194...6·381.

Fig. 205.



48 *Freieslebenit.* H. $(\overset{\prime}{Ag}{}^3 \overset{\prime\prime\prime}{Sb} + \overset{\prime}{Pb}{}^3 \overset{\prime\prime\prime}{Sb}) + (\overset{\prime}{Ag}{}^2 \overset{\prime\prime\prime}{Sb} + \overset{\prime}{Pb} \overset{\prime\prime\prime}{Sb})$ Schilfglaserz. Freiesleben.

49 *Boulangerit.* Thaulow. Derb. Unvollk. Theilbar. Schwärzlichbleigrau. H. = 3·0, G. = 5·68...5·97. Mollières, Frankreich. $\overset{\prime}{Pb}\overset{\prime\prime\prime}{Sb}$

50 *Boulangerit ähnlich.* Elfving. Kalvola, Finnland. $3\overset{\prime\prime}{Pb} + 2\overset{\prime\prime\prime}{Sb}$.

51 *Plumosit.* H. Feine haarförmige Krystalle, filzähnlich verbunden. Schwärzlichbleigrau, bunt angelaufen. Wolfsberg, Harz. $2\overset{\prime}{Pb} + \overset{\prime\prime\prime}{Sb}$. Federerz, Werner.

52 *Geokronit.* Svanberg. Derb. Undeutlich schiefrig. Lichtbleigrau. H. = 2·0...3·0, G. = 5·88. Sala, Schweden. $\overset{\prime}{Pb}{}^5 (\overset{\prime\prime\prime}{Sb}, \overset{\prime\prime\prime}{As})$.

53 *Schulzit.* Sauvage. Körnig. Bleigrau. G. = 6·43. Meredo, Gallicien, Spanien. Pb, Sb, S, etwas Cu.

54 *Kilbrickenit.* Apjohn. Derb, blättrig und dicht. Bleigrau. H. = 2·0...2·5, G. = 6·407. Kilbricken, Grafschaft Clare, Irland. $\overset{\prime}{Pb}{}^6 \overset{\prime\prime\prime}{Sb}$.

55 *Kobellit.* Setterberg. Strahlig. Metallisch-dunkelgrau. Strich schwarz. Vom Messer leicht geritzt. G. = 6·29...6·32. Hvena, Nerike, Schweden. $\overset{\prime}{Fe}\overset{\prime\prime\prime}{Sb}{}^2 + 2\overset{\prime}{Pb}\overset{\prime}{Bi}$.

56 *Plumbostib.* Breithaupt. Derb. Zwei nicht sehr vollkommne Theilungsflächen. Zwischen Bleigrau und Stahlgrau. H. = 3·5, G. = 6·18. Nertschinsk. $\overset{\prime}{Pb}, \overset{\prime\prime\prime}{S}$.

57 *Embrithit.* Breithaupt. Kuglig, derb. Nach einer Richtung theilbar. Bleigrau. H. = 2·5, G. = 6·29...6·31. Nertschinsk. $\overset{\prime}{Pb}, \overset{\prime\prime\prime}{S}$.

58 *Bleischimmer.* Pfaff. Derb. Faarig. Schwärzlichbleigrau H. = 2·5, G. = 6·5. Nertschinsk. Pb, Sb, S und etwas As.

59 *Plusinglanz.* Breithaupt. Undeutlich krystallinisch. Eisenschwarz...schwärzlichbleigrau. G. = 6·1...6·2. Freiberg.

VIII. Melanglanz. Rhomboedrisch, orthotyp. Farbe eisenschwarz. Strich unverändert H. = 2·0...2·5, G. = 5·9...6·4

1. **Rhomboedrischer.** Dirhomboedrisch. R = 84° 48′.
Fig. 206. Sechsseitige Tafeln. Fig. 206. Theilbarkeit 0, unvollkommen. H. = 2·0...2·5, G. = 6·0...6·25.



60 *Polybasit.* H. Rose. $\dot{C}u^9\ (\dddot{S}b\dddot{A}s) + 4\dot{A}g^9\ (\dddot{S}b\dddot{A}s)$. Sprödglaserz.

2. **Prismatischer.** Orthotyp. O = 130° 16′, 104° 19′,
Fig. 207. 96° 7′. $\breve{D}$ = 115° 39′, $\infty\breve{O}2$ = 72° 13′. Fig. 207.

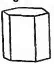


Theilbarkeit $\infty\breve{O}2$, $\infty\breve{D}$ unvollkommen. H. = 2·0...2·5, G. = 5·9...6·4.

61 *Stephanit.* H. $\dot{A}g^6\dddot{S}b$. Sprödglaserz. Röschgewächs. Psaturose. Beudant.

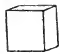
XV. Ordnung. Blenden.

1 *Covellin.* Beudant. Rhomboedrisch. Krystalle ∞R, Theilbarkeit 0 sehr vollkommen. (Zippe, Mohs. II. p. 625.)
Fig. 208.



Fettglanz, in den unvollkommenen Metallglanz geneigt. Indigblau. Strich schwarz, glänzend. Dünne Blättchen biegsam. H. = 1·5...2·0, G. = 3·8...3·85. Leogang, Salzburg. $\acute{C}u$. Kupferindig, Breithaupt.

I. Glanzblende. Tessularisch. Strich grün. H. = 3·5...4·0, G. = 3·9...4·05.
Fig. 209.

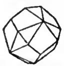


1. **Hexaedrische.** Tessularisch. Theilbarkeit Hexaeder vollkommen.

2 *Alabandin.* Del Rio. $\acute{M}n$. Manganblende. Schwarzerz.

3 *Greenockit.* Brooke und Connel. Rhomboedrisch. Q = 139° 39′, 87° 13. Theilbarkeit ∞Q. Diamantglanz. Orangegelb. Strich gelb ins Rothe fallend. H. = 3·0...3·5, G. = 4·8...4·9. Bishopton, Renfrewshire, Schottland. $\acute{C}d$.

II. Granatblende. Tessularisch. Strich ungefärbt...röthlichbraun. H. = 3·5...4·5, G. = 4·0...4·2.
Fig. 210.



1. **Dodekaedrische.** Tessularisch. Tetraedrische Hemiedrie. Fig. 209. Theilbarkeit Granatoid, höchst vollkommen.

4 *Blende.* $\acute{Z}n$. Marmatit. $3\acute{Z}n + \acute{F}e$. Eisenzinkblende. Braunerz. Messingerz (Gemenge).

5 *Leberblende.* Breithaupt. Charaktere der Blende. G. = 3·68...3·77. Geyer, Sachsen. Zn, C, S.

6 *Voltzin.* Fournet. Kleine aufgewachsene Kugeln. Perlmutterglanz, im Bruch Glasglanz. Roth ins Gelbe. Pont Gibaud, Puy de Dome, Frankreich. $\dot{Zn} + 4\acute{Zn}$.

III. Purpurblende. Augitisch. Strich kirschroth. H. = 1·0...1·5, G. = 4·5...4·6.

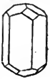
1. Prismatische. Augitisch. Abweichung der Axe = 11° 19′ in der Ebene $\infty\bar{D}$, $\frac{2\breve{H}}{2} = 15° 37′$, $-\frac{\breve{H}}{2} = 34° 6′$. Theilbarkeit höchst vollkommen $\infty\breve{D}$. Undeutlich $\infty\bar{D}$ und ∞A.

7 *Kermes.* Beudant. $\dddot{Sb} + 2\overset{'''}{Sb}$. Rothspiessglanzerz, Antimonblende. Zundererz (Gemenge).

IV. Rubinblende. Rhomboedrisch, augitisch. Strich roth. H. = 2·0...2·5, G. = 5·2...8·2.

1. Rhomboedrische. Rhomboedrisch. R = 108° 18′. Zuweilen polarische Hemiedrie. Fig. 210. Theilbarkeit R deutlich. Strich koschenillieroth. H. = 2·0...2·5, G. = 5·6...5·9.

Fig. 211.



8 *Pyrargyrit.* Glocker. $\acute{Ag}^3\overset{'''}{Sb}$. Dunkles Rothgiltigerz.

9 *Proustit.* Beudant. Rhomboedrisch. R = 107° 48′. Zuweilen polarische Hemiedrie. Fig. 211. Theilbarkeit R wenig deutlich. Strich koschenillieroth ins Morgenrothe. H. = 2·0...2·5, G. = 5·4...5·6. $\acute{Ag}^3\overset{'''}{As}$. Lichtes Rothgiltigerz.

Fig. 212.



10 *Feuerblende.* Breithaupt. Augitisch? Theilbarkeit, Längsfläche. Hyazinthroth. Etwas biegsam. H. = 2·0, G. = 4·2...4·25. Churprinz bei Freiberg. Ag, Sb, S.

11 *Xanthokon.* Breithaupt. Theilbar. Nierförmig. Dunkelkoschenillieroth bis nelkenbraun. Strich orangegelb. Halbdurchsichtig und weniger. H. = 2·0...3·0, G. = 4·14. Himmelsfürst, Freiberg. Ag, As, S.

2. Hemiprismatische. Augitisch. A = 128° 59′, $\infty\frac{A}{2}$ = 128° 59′, ∞A = 86° 4′. Abweichung der Axe = 11° 6′ in der

Fig. 213.



Ebene $\infty\bar{D}$. Neigung von 0 gegen $\infty\breve{D} = 101°6'$. Fig. 212. Theilbarkeit unvollkommen. Strich dunkelkirschroth. H. = 2·0...2·5, G. = 5·2...5·4.

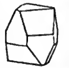
12 *Miargyrit.* H. Rose. $\overset{\prime}{Ag}\overset{\prime\prime\prime}{Sb}$.

13 *Fahles Rothgiltigerz.* Hausmann. Rhomboedrisch. Eisenschwarz...Bleigrau. Strich bräunlichschwarz. Andreasberg, Harz. Ag, Sb, S.

14 *Hypargyrit.* Glocker. Geflossen, derb. Bleigrau. Strich dunkelkirschroth. Unvollkommener Metallglanz. H. = 2·5...3·0, G. = 4·78...4·89. Klausthal, Harz. Ag, As, S nebst etwas Fe, Sb. Hypargyronblende. Breithaupt.

3. P e r i t o m e. Rhomboedrisch. R = 71° 47'. Fig. 213.

Fig. 214.



Theilbarkeit ∞R, höchst vollkommen. Strich scharlachroth, H. = 2·0...2·5, G. = 6·7...8·2.

15 *Zinnober.* Hg. Quecksilber-Lebererz.

16 *Coccinit.* H. Derb, dem Zinnober ähnlich. Casas Viejas, Mexico. Jodquecksilber. Del Rio.

17 *Culebrit.* Brooke. Derb. Bleigrau...Cochenillroth. G. = 5·56. Culebras, Mexico. $2Zn^2Se^3 + HgSe$. Rionit. Riolit. Selenquecksilberzink.

XVI. Ordnung. Schwefel.

I. Schwefel. Orthotyp, augitisch. H. = 1·5...2·5, G. = 1·9...3·6.

Fig. 215.



1. P r i s m a t o i d i s c h e r. Orthotyp. $\bar{D} = 83° 37'$, $\infty D = 117° 49'$. Fig. 214. Theilbarkeit $\infty\breve{D}$ höchst vollkommen und ausgezeichnet. Strich zitronengelb. H. = 1·5...2·0, G. = 3·4...3·6.

1 *Auripigment.* $\overset{\prime\prime\prime}{As}$. Operment. Gelbes Rauschgelb.

2. H e m i p r i s m a t i s c h e r. Augitisch. $\bar{D} = 131° 59'$, $\infty A = 74° 23'$. Abweichung der Axe = 13° 16' in der

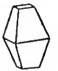
Fig. 216.



Ebene $\infty\bar{D}$. Fig. 215. Theilbarkeit ∞A, $\infty\breve{D}$ unvollkommen. Strich oranlengelb...morgenroth. H. = 1·5...2·0, G. = 3·5...3·6.

2 *Realgar.* $\overset{\prime}{As}$. Rothes Rauschgelb.

3. **Prismatischer.** Orthotyp. $O = 106° 38'$, $84° 58'$, $143° 17'$. $\infty O = 101° 59'$. Fig. 216. Theilbarkeit O, ∞O unvollkommen. Strich ungefärbt...schwefelgelb. H. = 1·5...2·5, G. = 1·9...2·1. Fig. 217.



3 *Schwefel.* S.

4 *Sulfurit.* Fröbel. Augitisch. $\infty A = 90° 32'$, $\breve{D} = 90° 18'$. Abweichung der Axe = 5° 46′ in der Ebene $\infty\breve{D}$. Fig. 217. Durchsichtig beim Krystallisiren aus geschmolzenem Schwefel. Schwefelgelb. H. = 1·5...2·5, G. = 1·9...2·1. S. Mitscherlichs Schwefel. Fig. 218.



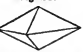
5 *Volcanit.* H. Derb. Orangegelb, ins Braune. Insel Volcano. Se, S. Selenschwefel. Stromeyer.

6 *Selen.* Nach Del Rio gediegen. Bräunlichschwarz ins Bleigraue, in dünnen Splittern roth durchscheinend. H. = 2·0, G. = 4·3. Culebras, Mexico. Se.

Dritte Klasse: Phytogenide.

I. Ordnung. Harze.

I. Melichronharz. Pyramidal. Strich ungefärbt. H. = 2·0...2·5, G. = 1·4...1·6. Fig. 219.



1. **Pyramidales.** Pyramidal, $P = 118° 17'$, $93° 1'$. Fig. 218. Theilbarkeit P unvollkommen.

1 *Mellit.* Haüy. $\ddot{A}lM^3 + 18\dot{H}$. Honigstein.

2 *Humboldtin.* Rivero. Kleine haarförmige Krystalle. Gelb. H. = 2·0, G. = 2·15...2·25. Kolosoruk, Böhmen. $2\dot{F}e\ddot{C} + 3\dot{H}$. Oxalit.

3 *Pigotit.* Johnston. Braun, organische Materie (mudesige Säure. J.) enthaltend. Incrustation auf Granit in Cornwall. $4\dddot{A}l + C_{12}H_{10}O_8 + 27\dot{H}$.

II. Erdharz. Amorph. Flüssig...fest. H. = 0·0...2·5, G. = 0·8...1·6. G. = 1·4 und mehr: Strich dunkelbraun.

1. **Gelbes.** Fest. Farbe gelb...weiss. Strich ungefärbt. H. = 2·0...2·5, G. = 1·0...1·1.

4 *Succinit.* Breithaupt. $C_{10}H_{16}O$. Bernstein.

5 *Retinit.* Amorph. Rundliche Massen, organischen Ursprungs. Gelb, ins Grüne, Rothe, Braune. H. = 1·5...2·0, G. = 1·05...1·15. Bovey, Devonshire. C, H, O. Retinasphalt. Fossil Copal.

6 *Walchowit.* H. Kugelförmige Stücke, mehrere Zoll gross. Gelb, braungestreift. Durchscheinend. Vollkommen muschlig. H. = 1·5...2·0, G. = 1·035...1·069. Schmelzpunkt 250°. Walchow, Mähren. $C_{12}H_{18}O$. Retinit von Walchow.

7 *Berengelit.* JOHNSTON. Fossiles Harz. Schmelzpunkt unter 100° C., wird nach dem Schmelzen nicht mehr fest. San Juan de Berengela, Südamerica. $C_{40}H_{62}O_8$.

8 *Guayaquilit.* JOHNSTON. Zähes Harz. Gelb. G. = 1·092. Schmelzpunkt 70°. Nach dem Erkalten zähe. Guayaquil, Südamerica. $C_{20}H_{26}O_3$.

9 *Fossiles Harz von Buccaramangà.* BOUSSINGAULT. Aehnlich dem Bernstein. Durch Reiben elektrisch. Leicht schmelzbar. Buccaramangà, Neu-Grenada. C, H, O.

10 *Harz von Settling Stones.* JOHNSTON. C_2H_3.

2. Braunes. Fest. Farbe graulich...bräunlichschwarz. Strich schwärzlichbraun, ins Rothe geneigt, stark glänzend. H. = 1·0...1·5, G. = 1·4...1·6.

11 *Idrialit.* SCHRÖTTER. C_3H_2.

12 *Hatchetin.* CONYBEARE. Wallrath oder Wachs ähnlich. Gelblichweiss. H. = 1·0 und weniger, G. = 0·6078. Merthyr Tydvil. CH.

Fig. 220.



13 *Scheererit.* STROMEYER. Augitisch. Fig. 219. Fettglanz. Weiss. Schmelzpunkt 44°. H. = 1·0...1·2. Utznach, Schweitz. CH^4. Xylokryptit?

14 *Fichtelit.* BROMEIS. Weiss, krystallinisch. G. unter 1·0. Schmelzpunkt 46°. Redwitz, Baiern. C_4H_6.

15 *Hartit.* HAIDINGER. Anorthisch. Fettglanz. Weiss. Nicht biegsam. H. = 1·0, G. = 1·046. Schmelzpunkt 74° C. Wird beim Erkalten wieder fest. Oberhart bei Gloggnitz, Oesterreich. C_6H_{10}.

16 *Branchit.* SAVI. Derb. Weiss. Durchscheinend. Fettig anzufühlen. Toscana.

17 *Könlit.* SCHRÖTTER. Weiss. G. = 0·88. Schmelzpunkt 108° bis 114°. Utznach, Schweitz. C_2H_2.

18 *Hartin.* Schrötter. Weiss, geruchlos. H. = 1·5? G. = 1·115. Schmelzpunkt 210°. Oberhart bei Gloggnitz. $C_{20}H_{34}O_2$.

19 *Ozokerit.* Glocker. Wachsartig. Braun, ins Rothe und Grüne. H. = 1·0, G. = 95. Schmelzpunkt 62°. Slanik, Moldau. C, H. Bergwachs.

20 *Naphthadil.* Glocker. Klumpen im Sand und Lehm. Insel Tschelekaen, bei den Naphthaquellen. Steintalg.

3. Schwarzes. Fest...flüssig. Farbe des festen schwarz, braun, roth, grau; Strich schwarz, braun, gelb, grau. H. = 0·0...2·0, G. = 0·8...1·2.

21 *Bitumen.* $C_{14}H_{26}$. Erdöl. Naphtha. $C_{20}H_{32}O_3$. Asphalt. C, H. Erdpech.

22 *Elaterit.* Derb. Schwärzlich, röthlich und braun, dunkelolivengrün. H. = 0·5...1·0, G. = 0·8...1·23. Geschmeidig. Elastisch. Starker bituminöser Geruch.

23 *Middletonit.* Johnston. Derb. Fettglanz. Röthlichbraun. G. = 1·6. Middletown bei Leeds, England. $C_{20}H_{20} + \dot{H}$.

24 *Ixolyt.* Haidinger. Amorph. Muschlig. Fettglanz. Hyazinthroth. Strich ochergelb. Zwischen den Fingern zerrieben aromatischer Geruch. H. = 1·0, G. = 7·008. Erweicht bei 76°, ist aber bei 100° noch fadenziehend. Oberhart bei Gloggnitz.

25 *Piauzit.* Haidinger. Derb, unvollkommen muschlig. Fettglanz. Schwärzlichbraun. H. = 1·5, G. = 220. Schmelzpunkt 315°. Piauze bei Neustadtl, Krain. Erdharz.

II. Ordnung. Kohlen.

I. Steinkohle. Amorph. H. = 1·0...2·5, G. = 1·2...1·6.

1. Harzige. Farbe und Strich braun, schwarz. Fettglanz. Geruch bituminös. H. = 1·0...2·5, G. = 1·2...1·5.

1 *Kohle.* C, H. Schwarzkohle, Braunkohle, Lignit, Surturbrand, Dysodil, enthält Infusorienkieselpanzer.

2. Harzlose. Farbe schwarz. Unvollkommener Metallglanz. Geruch nicht bituminös. H. = 2·0...2·5, G. = 1·3...1·6.

2 *Anthrazit.* C. Kohlenblende.

160. ANHANG.

1. UNBESTIMMBARES.

1 *Beaumontit.* C. J. JACKSON. Amorph, Thon ähnlich. Hellblau, an der Luft dunkler. Weich. Chessy, Frankreich. $\dot{\mathrm{Cu}}$, $\dddot{\mathrm{Fe}}$, $\dddot{\mathrm{Si}}$, $\dot{\mathrm{H}}$, $\bar{\mathrm{O}}\mathrm{x}$. Native crenated hydrosilicate of copper.

2 *Bergseife.* Dicht. Feinerdig. Braun. Strich fettartig glänzend. Färbt nicht ab, aber schreibt. Hängt stark an der Zunge. Fühlt sich fettig an. $\dot{\mathrm{Mg}}$, $\dddot{\mathrm{Al}}$, $\dddot{\mathrm{Si}}$, $\dot{\mathrm{H}}$.

3 *Bol.* Dicht, erdig. Bruch muschlig. Braun, gelb, roth. Strich fettig glänzend. Hängt an der Zunge. Zerspringt ins Wasser geworfen. H. = 1·5, G. = 1·6...2·0. Var. $\dddot{\mathrm{Al}}\dddot{\mathrm{Si}}^2 + 6\dot{\mathrm{H}}$. Erinit, Rhodalit. Sphragid. THOMSON. Siderobol. G. = 3·24. BREITHAUPT.

4 *Cererocher.* JACKSON. Pulverig. Gelb, Ueberzug auf Skapolith. Bolton, Massachusets. $\dot{\mathrm{Ce}}$, $\dot{\mathrm{La}}$, $\dot{\mathrm{Y}}$, $\dot{\mathrm{H}}$.

5 *Chalilit.* THOMSON. Dicht, splittrig, flachmuschlig. Dunkelröthlichbraun. H. = 4·5, G. = 2·252. Antrim. Irland. $\dot{\mathrm{Ca}}$, $\dddot{\mathrm{Fe}}$, $\dddot{\mathrm{Al}}$, $\dddot{\mathrm{Si}}$, $\dot{\mathrm{H}}$. Bol und Steinmark verwandt.

6 *Chloropal.* BRANDES. Derb. Bruch muschlig, erdig. Pistazien...zeisiggrün. H. = 2·5...3·0, G. = 2·1...2·2. $\dddot{\mathrm{Fe}}$, $\dddot{\mathrm{Si}}$, $\dot{\mathrm{H}}$. Unghvarit.

7 *Chlorophaeit.* MACCULLOCH. Derb, eingewachsen im Basalt und Mandelstein. Bruch muschlig, erdig. Erst pistaziengrün and angeblich durchsichtig, an der Luft braun und schwarz werdend. H. etwas über 3·0, G. = 2·4. $\dot{\mathrm{Mg}}^3\dddot{\mathrm{Si}}$, $\dot{\mathrm{H}}$. Sideroclept?

8 *Chromocher.* Derb. Anflug, erdig. Grasgrün. Weich. Unst, Shetland. $\dddot{\mathrm{Cr}}$. Anagenit.

9 *Cimolit.* KLAPROTH. Reiner weisser Thon. Argentiera, Griechenland. $\dddot{\mathrm{Al}}\dddot{\mathrm{Si}}_3 + 3\dot{\mathrm{H}}$.

10 *Delanovit.* K. K. HOFMINERALIEN-KABINET. Derb. In weissen und dunkelfleischrothen Lagen abwechselnd. Weich. Zersprungen. Michac, Dordogne, Frankreich. Alaunerde-Hydrosilicat, von Mangan gefärbt.

11 *Erdkobalt.* Erdig. Gelblichgrau, gelblichbraun, leberbraun. H. = 1·0...2·5, G. = 2·0.

12 *Fettbol.* Dicht. Bruch eben, flachmuschlig. Braun. Strich glänzend. H. = 1·5, G. = 2·2...2·3.

13 *Gelberde.* Dicht, erdig. Unvollkommen schiefrig. Ochergelb. Färbt ab, schreibt. Etwas Glanz im Strich. H. = 0·05...1·5, G. = 2·2...2·3. $\ddot{A}l\dddot{S}i + 2\dddot{F}e\dddot{S}i + 6\dot{H}$.

14 *Grünerde.* Dicht, erdig. Pseudomorphosen nach Augit, grobschiefrig. Seladon...dunkelgrün. H. = 1·0...1·5, G. = 2·75...2·9. ($\dot{K}$, $\dot{N}a$), $\dot{C}a\ddot{C}$, $\dot{F}e$, $\dddot{F}e$, $\ddot{A}l$, $\dddot{S}i$.

15 *Kaolin.* Erdig, zuweilen pseudomorph nach Feldspathen. Weiss. G. = 2·21. $AS + 2Aq$. Brongniart. Porzellanerde.

16 *Kollyrit.* Freiesleben. Dicht, feinerdig. Bruch eben, flachmuschlig. Schneeweiss, selten ins Röthliche oder Grünliche. Hängt stark an der Zunge. H. = 1·0...2·0, G. = 2·0...2·15. $\ddot{A}l^3\dddot{S}i + 15\dot{H}$.

17 *Lavendulan.* Breithaupt. Amorph. Krummschalig. Erdig. Bruch muschlig. Lavendelblau. Durscheinend. H. = 2·5...3·0, G. = 3·0...3·05. Schneeberg. $\dot{N}i$, $\dot{C}o$, $\dot{C}u$, $\ddot{A}s$, $\dot{H}$.

18 *Malthacit.* Breithaupt. Talgähnlich. Derb, dünne Platten. Glanz im Striche. Weiss, wenig gelblich. Weich, frisch etwas geschmeidig. G. = 2·0. Löbau, Lausitz, Sachsen. $\dddot{F}e$, $\ddot{A}l$, $\dddot{S}i$, $\dot{H}$.

19 *Marokkanischer Seifenstein.* Damour. Dicht. Chocoladebraun. Sehr weich. Seifenconsistenz. Zertheilt sich im Wasser zu einer unfühlbaren Masse. Dschebel Salag, Marokko. $\dot{M}g\dddot{S}i + Aq$, gemengt mit $\dot{K}\dddot{S}$ und $\dot{M}g\dddot{S}$.

20 *Meerschaum.* Feinerdig. Bruch im Grossen flachmuschlig. Weiss, zuweilen gelblich, röthlich, graulich. Strich etwas glänzend. Milde. Hängt stark an der Zunge. H. = 1·5...2·0, G. = 0·8, schwimmt; nach dem Einsaugen des Wassers bis 2·0. $\dot{M}g\dddot{S}i + \dot{H}$.

21 *Mennige.* Derb, pseudomorph nach Weissbleierz. Bruch muschlig, erdig. Morgenroth. Strich morgenroth. H. = 3·0, G. = 4·6. Eiffel u. s. w. $\dot{P}b\ddot{P}b$.

22 *Miloschin.* v. Herder. Derb, erdig. Schimmernd. Indigblau bis seladongrün. H. = 2·0, G. = 2·131. Rudniak, Servien. ($\ddot{A}l^3$, $\ddot{C}r^3$) $\dddot{S}i^2 + 9\dot{H}$. Serbian.

23 *Molybdänocher.* Derb, Anflug. Erdig. Hochgelb. Pfälzer Thal, Tirol u. s. w. $\dddot{M}o$.

24 *Nontronit.* Berthier. Derb, zerborsten. Bruch uneben. Matt. strohgelb ins Zeisiggrüne. Fettglanz im Strich. Sehr weich. Fet-

tig anzufühlen. Entwickelt Luftblasen im Wasser, und wird an den Kanten durchscheinend. Nontron, Frankreich. $\bar{F}e\dddot{S}i + 6\dot{H}$.

25 *Ochran.* Breithaupt. Bruch muschlig. Schimmernd. Gelb. Hängt stark an der Zunge. H. = 1·0...1·5, G. = 2·45...2·5 nach dem Einsaugen. $(\dddot{A}l, \bar{F}e)\dddot{S}i$, + und $\dot{H}$.

26 *Onkosin.* v. Kobell. Dicht. Bruch splittrig, uneben, unvollkommen muschlig. Schimmernd. Licht apfelgrün, graulich, bräunlich. Durchscheinend. Milde. H. = 2·5, G. = 2·8. Tamsweg, Lungau, Salzburg. $(\dot{K}, \dot{M}g)$, $\dddot{A}l$, $\dddot{S}i$, $\dot{H}$. (Gemenge?)

27 *Pimelit.* Dicht. Bruch flachmuschlig. Wenigglänzend, schimmernd, von Fettglanz. Apfelgrün. Durchscheinend, fettig anzufühlen, hängt nicht an der Zunge. H. = 2·5, G. = 1·44...1·46. Kosemitz, Schlesien. $2(\dot{M}g, \dot{N}i)\dddot{S}i + \dot{H}$.

28 *Pinguit.* Kersten. Dicht. Bruch, im Grossen flachmuschlig, im Kleinen splittrig. Schimmernd, von Fettglanz. Zeisig...öhlgrün. Milde, leicht zerspringbar, fettig anzufühlen, hängt nicht an der Zunge. H. = 1·0, G. = 2·3...2·35. Wolkenstein, Sachsen. $\dot{F}e\dddot{S}i + \bar{F}e^2\dddot{S}i + 15\dot{H}$.

29 *Quincyt.* Berthier. Leichte flockige Massen. Karminroth. Quincy, Cher, Frankreich. $\dot{M}g$, $\bar{F}e$, $\dddot{S}i$, $\dot{H}$.

30 *Razoumoffskin.* John. Kosemitz, Schlesien. $\dddot{A}l\dddot{S}i^2 + 3\dot{H}$.

31 *Röthel.* Werner. Derb. Dickschiefrig. Schimmernd. Bräunlichroth, blutroth. H. = 2...2·5, G. = 3·1.

32 *Saponit.* Svanberg. Nester von Seifenkonsistenz. Weiss, ins Gelbe und Rothe. Strich glänzend. Dalarne, Schweden. $2\dot{M}g^2\dddot{S}i^2 + \dddot{A}l\dddot{S}i + 6\dot{H}$. Piotin.

33 *Silberschwärze.* Dicht, feinerdig...zerreiblich. Blaulichschwarz. Strich metallischglänzend. Sehr weich. Schwer. Grösstentheils staubförmiger Argentit. $\acute{A}g$.

34 *Spiessglanzocher.* Pseudomorph nach Antimonit, dicht...erdig, Strohgelb, in andere gelbe Farben geneigt. H. = 4·5, oft zerreiblich. G. = 3·7...3·8. Wolfsberg, Harz. $\ddot{S}b + \dot{H}$.

35 *Steinmark.* Dicht, zuweilen pseudomorph, erdig. Bruch feinerdig, uneben, flachmuschlig. Weiss, gelb, roth. Hängt stark an der Zunge. Fühlt sich fein und fettig an. H. = 2·5...3·0, G. = 2·4...2·6. $\dddot{A}l^3\dddot{S}i^2$. Talksteinmark (Myelin). $\dddot{A}l\dddot{S}i^2 + 4\dddot{A}l\dddot{S}i + 3\dot{H}$.

Tuesit. $(\dddot{Al}, \dddot{Fe})\dddot{Si}^3 + 6\dot{H}$. Eisensteinmark, Glagerit, von Ehrenfriedersdorf; Karnat, von Rochlitz; Melopsit, von Neudeck.

36 *Steinmark von Zorge.* Rammelsberg. Grün. G. = 3·086. Harz. $(\dot{K}, \dot{Mn})\dddot{Si}^2 + 3\dddot{Al}^3\dddot{Si}^4 + 9\dot{H}$.

37 *Teratolith.* v. Glocker. Derb, uneben, erdig. Lavendel- und Pflaumenblau mit weissen und rothen Flecken. H. = 2·5...3·0, G. = 2·49...2·50. Planitz bei Zwickau, Sachsen. $(\dddot{Al}^2, \dddot{Fe}^2)\dddot{Si}^3 + 6\dot{H}$. Sächsische Wundererde.

38 *Umber.* Bruch grossmuschlig...erdig. Braun. Etwas Glanz im Striche. Färbt nicht ab, aber schreibt. Hängt stark an der Zunge. Fühlt sich etwas rauh und mager an. H. = 1·0...2·0, G. = 2·2. Saugt begierig Wasser ein, ohne weich zu werden.

39 *Uranocher.* Derb, Anflug. Muschlig, erdig. Hochgelb. Strich zitronengelb. Undurchsichtig. Weich. Joachimsthal. $\dddot{U}\dot{H}$. Berzelius.

40 *Wismuthocher.* Dicht, uneben, erdig. Zuweilen gestrickt. Strohgelb ins Graue und Grüne. Schimmernd...matt. Weich. G. = 4·3...4·7 Schneeberg u. s. w. $\dot{Bi}$.

41 *Wolchonskoit.* Kämmerer. Dicht. Bruch unvollkommen, muschlig...uneben. Dunkelgras-, pistazien...schwärzlichgrün. Strich fettig glänzend. H. = 2·0...2·5, G. = 2·2...2·3. Berg Infimicki, Perm, Russland $(\dddot{Cr}, \dddot{Fe}, \dddot{Al})^2\dddot{Si}^2 + 9\dot{H}$.

42 *Wolframocher.* Derb, Anflug. Erdig. Grünlichgelb. Weich. Huntington, N. America. $\dddot{W}$.

II. Gebirgsarten.

1 *Alaunfels.* Alunit enthaltendes zelliges Gestein von dolomitischer Struktur. Weiss, ins Graue, Gelbe.

2 *Alaunschiefer.* Dicht, unvollkommen schiefrig. Zuweilen kuglige Krystalloide enthaltend Schwarz. Strich etwas glänzend. H. = 2·5...3·0, G. = 2·3...2·4.

3 *Alloit.* Cordier. Zersetzte Bimssteinmasse.

4 *Amphibolschiefer.* Krystallinisch, nahe verschwindende Individuen von Amphibol, verworren fasrig, unvollkommen schiefrig, dunkelgrün. H. = 5·0...6·0, G. = 2·9...3·1. Hornblendschiefer.

5 *Anamesit.* Sehr feinkörniger Dolerit, in Basalt übergehend. Grünsteinartiger Basalt, basaltischer Grünstein, Mimosit.

6 *Andesit.* v. BUCH. Ein Trachyt, dessen Grundmasse aus Andesin, einer besondern Feldspathart, besteht. In den Andes von Süd-Amerika. Albittrachyt.

7 *Aphanit.* Inniges Gemenge von Amphibol, und einem Feldspath, vorzüglich Albit, auch Labrador. Grünlichgrau, mehr und weniger dunkel. Dicht, auch porphyrartig. Dichter und porphyrartiger Grünstein. Grünporphyr.

8 *Aplit.* Granit von Quarz und Feldspath, klein- und feinkörnig, fast ohne Glimmer. Sandsteinartiger Granit.

9 *Arkose.* Körnig, sandsteinartig gemengt aus Quarz, Feldspath und Glimmer. Einem zerfallenen und wieder zusammengewachsenen, regenerirten Granit ähnlich. Ueber Granit gelagert, öfters erzführend.

10 *Asche.* Grauer staubartiger erdiger Dolomit, unrein. Mergelerde.

11 *Asche, vulkanische.* Staub der vulkanischen Ausbrüche. Spodit, Cinerit.

12 *Asclerine.* CORDIER. Zersetztes vulkanisches Glas, mit Beimengungen.

13 *Basalt.* Abgesondert. Schwärzlichgrau. Matt. Undurchsichtig. H. = 5·0..6·0, G. = 2·9...3·1. Inniges Gemenge von augit-, feldspath- und zeolithartigen Theilen. Enthält Augit, Olivin, Magnetit, Iserin u. s. w. Basanit.

14 *Basaltjaspis.* FREIESLEBEN. Derb, muschlig. Lavendelblau. H. = 7·5...8·0. BREITHAUPT. G. = 2·7. In Basalt eingeschlossen, gebrannter Thon- oder Talkschiefer. Systyl.

15 *Baulit.* FORCHHAMMER. Trachytähnliches Gebirgsgestein. Graulichweiss, porös. Baulaberg, Island. $\dot{K}$, $\dot{Na}$, $\dddot{Al}$, $\ddot{Si}$, $\dot{H}$. Hydrat eines unbekannten Feldspaths?

16 *Beilstein.* Dicht. Grobschiefrig. Grobsplittrig. Hauptfarbe grünlichgrau. Fühlt sich fettig an. H. = 2·5...3·0, G. = 2·8...2·9. Punamustein.

17 *Beresit.* Kleinkörniger Ganggranit, aus dem der Feldspath ausgewittert ist. Beresowsk.

18 *Bituminöser Mergelschiefer.* Dicht, grobschiefrig. Dunkelbraun...schwarz. Glänzend im Strich. H. = 2·5...3·0, G. = 2·5...2·7 Enthält oft Fischabdrücke und Kupfererze. Kupferschiefer, Fischschiefer.

19 *Bombit.* BOURNON. Ein Thonschiefer.

20 *Brandschiefer.* Dünn- und geradschiefrig. Schwarz ins Braune übergehend. Schimmernd. Strich fettig glänzend. H. = 2·5...3·5. Enthält oft Pflanzenabdrücke.

21 *Breccie.* Aus grösseren, eckigen oder abgerundeten Gesteinbruchstücken bestehend, durch ein Bindemittel verbunden. Wird nach den Gesteinen benannt. Conglomerat.

22 *Catlinit.* JACKSON. Rother Schieferthon aus Nordamerica, Coteau des Prairies. Von den Indianern zu Pfeifenköpfen verwendet.

23 *Chloritschiefer.* Krystallinisch, verschwindende Individuen von Chlorit, verworren gemengt. Schiefrig. Dunkelgrün. H. = 2·0...3·0, G. = 2·6...2·8.

24 *Cipollino.* Marmorvarietät, aus weissen rundlichen Massen bestehend, die einzeln in grüne Talk- oder Specksteinschalen eingewickelt sind.

25 *Conglomerat.* Aus grössern, mehr eckigen als abgerundeten Gesteinbruchstücken bestehend, durch ein Bindemittel verbunden. Wird nach den Gesteinen benannt. Breccie.

26 *Diorit.* Gemenge von Amphibol und einem Feldspath, grösstentheils Albit. Meistens unvollständig ausgebildet. Enthält häufig etwas Kalkspath nnd Schwefelkies, zuweilen Quarz. Grünlichgrau, mehr und weniger dnukel. Grünstein. Ur- und Uebergangstrap. *Diabas.*

27 *Dolerit.* Klein- und feinkörniges erkennbares Gemenge von Augit mit Labrador, Feldspath, Nephelin, Analzim, Natrolith und nach dem Gemenge benannt. Oft mit Magnetit. Graustein. Flötzgrünstein. Augitgrünstein.

28 *Domit.* Graulichweisser erdiger Trachyt, mit vielem Glimmer, und wenig Amphibol und Feldspath. Puy de Dome. Auvergne, Frankreich.

29 *Eisenglimmerschiefer.* Schiefriges Gemenge von Eisenglimmer, einer Varietät des Eisenglanzes nnd Qnarz, in dünnen Schichten. Brasilien. *Sideroschiste.*

30 *Eisenthon.* Dicht. Erdig. Blasig. Roth, braun, grünlich. H. = 3, G. = 2·4...2·6. Grösstentheils verwitterter Mandelstein.

31 *Eklogit.* Gemenge von Omphazit und etwas rothem Granat. Unvollkommen schiefrig. Saualpe, Kärnthen.

32 *Elvan.* Gangporphyr in den Bergwerksgegenden von Cornwall. Am nächsten dem grauen Feldsteinporphyr.

33 *Erdschlacke.* Durch Brand von Kohlenflötzen verschlackter eisenhaltiger Thon.

34 *Euphotid.* Gemenge von Saussurit, grasgrünem Smaragdit. und oft rothem Granat. Corsica. *Verde di Corsica duro.*

35 *Eurit.* Höchst feinkörniges, fast dichtes granitisches Gemenge, mit überwiegendem Feldspath. Mit eingewachsenen kleinen Feldspathkrystallen. Euritporphyr.

36 *Feldstein.* Ein dichter Feldspath, als Porphyrgrundmasse, der Adularspezies am nächten, doch auch den andern durch Wechsel der Bestandtheile nahe.

37 *Fels.* Körniges festes Gestein, näher bestimmt nach der vorwaltenden Spezies, wie Quarzfels, Hypersthenfels u. s. w.

38 *Gabbro.* Körniges Gemenge von Schillerspathen, Bastit, Bronzit, mit Labrador; letzterer wenig deutlich ausgebildet. Grüne ins Graue und Braune geneigte Farben. Nach Aehnlichkeiten oder Gemengtheilen näher benannt. Schillerfels, Zoblenfels.

39 *Glimmerschiefer.* Krystallinisch-schiefriges Gemenge von vorwaltendem Glimmer und Quarz. Enthält oft Granat und andere Einmengungen. *Micaschiste.*

40 *Gneiss.* Krystallinisches körnig-schiefriges Gemenge von Feldspath, Quarz und Glimmer. Ersterer meistens in grösseren Individuen, letzterer in Lagen.

41 *Granilit.* Gleichförmig feinkörniger Granit.

42 *Granit.* Körniges Gemenge von Quarz, Feldspath, schwarzem und weissem Glimmer, gewöhnlich mit Albit. An der Stelle der Glimmer zuweilen Chlorit oder Talk. Die Gemengtheile von verschiedenen Grössen, doch gleichförmig.

43 *Granitell.* Unbestimmter Ausdruck für Gesteine, welche dem Granit nahe stehen.

44 *Granulit.* Körnig schiefriges oder dichtes Gestein, grösstentheils aus einem Feldspathe bestehend, oft Oligoklas. Weiss, grünlich, graulich. Enthält erkennbare Individuen von Feldspath und Granat eingemengt, oft Kyanit u. s. w., Quarz. Weissstein, Leptynit, Eurit. Namiester Stein.

45 *Grauwacke.* Graue oder rothe Breccie, aus fest verwachsenen Bruchstücken und Geschieben der ältesten besonders quarzi-

gen Gesteine, von verschiedener Grösse. Zum Theil ein von denselben Gesteinen herrührendes festes Bindemittel. *Traumate, Psammite.*

46 *Greisen.* Granit aus Quarz und wenigem Glimmer, fast gar keinem Feldspath. Mit etwas Zinnstein. *Hyalomicte.*

47 *Grus.* Grober scharfer Sand. Grand.

48 *Hornfels.* Inniges Gemenge von Quarz und wenigem dichten Feldspath. Harz.

49 *Hydraulischer Kalk.* Dichter oder feinkörniger Kalkstein mit Thon gemengt.

50 *Itabirit.* Körnig-schiefriges Gemenge von Eisenglanz, grösstentheils körnig, wenig schiefrig, Magneteisenstein und Quarz. Berg Itabiri, Minas Geraes, Brasilien. Eisenfels.

51 *Itacolumit.* Quarziger Sandstein, die Quarzkörner durch Glimmer oder Talkblättchen verbunden. In den regelmässigen dünnen Schichten biegsam. Berg Itacolumi, Brasilien. Elastischer Sandstein. Gelenkquarz.

52 *Kersanton.* CORDIER. Amphibolgestein mit Pinit.

53 *Killas.* Thonschieferartiges Gestein in Cornwall. Nach BOASE schiefriges inniges Gemenge von dichtem Feldspath, Quarz und Glimmer mit Turmalin u. s. w. *Cornubianit. Proteolith.*

54 *Klebschiefer.* Blass gelblichgrauer Schiefer. Querbruch uneben. Milde. Hängt sehr stark an der Zunge. H. = 1·5...2·0, G. = 2·0...2·1.

55 *Kornit.* Porphyrgrundmasse. Flachmuschlich. Grün. Undurchsichtig. H. = 6. G. = 2·8. Kohren, Sachsen. Muschliger Hornstein WERNERS.

56 *Krablit.* FORCHHAMMER. Weisses feldspathartiges Gebirgsgestein. Vulkan Viti, im Krablagebirg, Island. $\dot{K}$, $\dot{N}a$ ($\dddot{A}l$, $\dddot{F}e$), $\dddot{S}i$.

57 *Krassik.* Durch oxydirende Verwitterung des Listwänits gebildet, wobei statt des Bitterspaths Eisenocher gefunden wird. Braun gefleckt. Beresowsk.

58 *Kugeldiorit.* Grünlichgraue Dioritmasse, mit erkennbaren Gemengtheilen, etwas festere kugelförmige Krystalloide enthaltend. Kugelfels, beinahe innig gemengt. Kugelgrünstein.

59 *Lava.* Schmelzprodukt aktiver Vulkane. Steinig, schlackig, schaumartig. Inniges Gemenge von Feldspathen, vorzüglich La-

brador und von Augit, zum Theil noch amorph. Enthält auch Glimmer, Leuzit, Olivin, Magnetit.

60 *Leberfels.* Phonolithconglomerat.

61 *Leuzitophyr.* Leuzitporphyr.

62 *Lherzolith.* Augitfels. Klein- und feinkörniges Augitgestein vom See Lherz, im Thal Vicdessos, Pyrenäen.

63 *Listwänit.* Quarzreicher Talkschiefer, innig mit eisenhaltigem Dolomit gemengt. Beresowsk. Spangrün, gelblichweiss.

64 *Löss.* Erdartige schmutzig gelblichgraue Masse, in der Beschaffenheit zunächst an Lehm, Mergel, Sand. Enthält häufig wenig veränderte Landkonchylien. Britz. Schneckenhäuselstein.

65 *Mandelstein.* Gesteinbasis mit ausgefüllten Blasenräumen. Nach der Grundmasse benannt oder als Beiwort wie Doleritmandelstein oder mandelsteinartiger Dolerit. Amygdaloide.

66 *Melaphyr.* Inniges Gemenge von Augit und Labrador, mit eingewachsenen Krystallen der beiden Spezies. Grau und grün. Schwärzlich. Ohne Quarz und Olivin. Augitporphyr. v. BUCH. Trapporphyr. Schwarzer Porphyr. *Sasso nero.*

67 *Mergel.* Gemenge von Thon und feinzertheiltem Kalkstein, in mancherlei Mengenverhältnissen. Thonmergel hält mehr Thon, Kalkmergel mehr Kalkschlamm. *Opuka*, böhmisch.

68 *Mergelsandstein.* Fein zerriebene Gesteine, Quarz und Silicate, verbunden durch eine Grundmasse von dichtem thonigen Kalkstein. Wiener Sandstein, Karpathensandstein, *Macigno*, Flysch.

69 *Miascit.* G. ROSE. Körniges Gemenge aus weissem Feldspath, grauem Eläolith und schwarzem einaxigem Glimmer; in der Nähe des Gneisses schiefrig. Enthält oft keinen Eläolith, aber Albit, auch wohl Amphibol und Quarz, nebst einer grossen Menge unwesentlicher Gemengtheile. Miask, Sibirien.

70 *Molasse.* Ein grösstentheils ziemlich lockerer quarziger Sandstein, mit mergeliger Grundmasse. Graulich, grünlich.

71 *Mühlstein, rheinischer.* Graue poröse Basaltlava. Niedermennich, Andernach.

72 *Mühlsteinporphyr.* Poröses quarziges Gestein. Die unregelmässigen Höhlungen mit Quarz ausgekleidet; die Grundmasse, ein zersetzter Trachyt zeigt die Thonsilikatreste der frühern Gemengtheile. In der Masse liegen porphyrartig Glimmerkrystalle. Hlinik, bei Schemnitz.

73 *Murkstein.* Glimmerschiefer mit vielen eingewachsenen Granaten.

74 *Nagelfluh.* Grobe Breccie, vorzüglich von mancherlei Kalkgeschieben, doch auch kieseligen Gesteinen, durch ein gleichartiges Bindemittel aneinander gekittet. *Gompholite.*

75 *Nekrolith.* Trachyt oder Lava von Viterbo, Tolfa, Ischia.

76 *Nephelindolerit.* Dolerit aus Augit und Nephelin bestehend. Capo di Bove. Selce Romano. Lava vom Capo di Bove.

77 *Norit.* Esmark. Gemenge aus Diallag, Bronzit, Hyperathen oder Smaragdit, mit einem Feldspath oder Saussurit, selbst mit vorwaltendem Feldspath. Hitteröen u. a. w. Diabas, Gabbro.

78 *Ophicalcit.* Serpentingemenge mit Kalkspath oder Kalkstein.

79 *Ophiquarzit.* Gemenge von Serpentin mit Quarz.

80 *Pausilipptuf.* Gelblichweiss, erdig, enthält Fragmente von Bimstein, und schwarzer schlackiger Lava.

81 *Pegmatit.* Grobkörniger feldspathreicher Granit, die Feldspathindividuen von Quarzkrystallen in krystallinisch symmetrischen Lagen durchwachsen, so dass die Schnitte Aehnlichkeit mit Schriftzügen darbieten. Schriftgranit.

82 *Peperin.* Ein vulkanischer Tuf. Grau, feinerdig, mit mancherlei Einschlüssen vulkanischer Gesteine. Albano, Rom. Peperit. Tufait.

83 *Petrosiderit.* Körniges Gemenge von Titaneisen und Feldspath, säulenförmig abgesondert. Stromöe, Faröe.

84 *Phonolith.* Dichter Feldspath, und Gemenge mit dichten Kuphonspathen. Plattenförmig. Grünlich...rauchgrau. An den Kanten durchscheinend. Enthält Krystalle von glasigem Feldspath, Amphibol u. a. w. Klingend. H. = 5·5...6·0, G. = 2·5. Klingstein. Porphyrschiefer.

85 *Polierschiefer.* Bruch dünn und geradschiefrig. Querbruch feinerdig. Weiss ins Gelbe, Rothe, Braune. Hängt an der Zunge. H. scheinbar 1·0...1·5, G. über 1·0, scheinbar 0·59...0·61. Besteht aus Kieselpanzern von Infusorien.

86 *Porphyr.* Gleichförmige Grundmasse, innig gemengt, dicht oder amorph, und eingewachsene Krystalle von Feldspath, Quarz, Glimmer u. s. w. enthaltend. Nach der Grundmasse benannt Feldsteinporphyr, Hornsteinporphyr, Obsidianporphyr u. s. w.

87 *Porphyrit.* Porphyrgrundmasse. Schwer zersprengbar. Grau, grün, braun, roth. H. = 6·0, G. = 2·6...2·7. Waldenburg, Schlesien. Basaltit.

88 *Porzellanjaspis.* Gebrannter Thon. Zerborsten, muschlig. Von Eisenoxyd äusserlich gelb und roth, innerlich weniger oxydirt, grau, lavendelblau. H. = 5·5...6·0, G. = 2·4...2·5. Jaspoid. Feuerthon. *Thermantide.*

89 *Protogyn.* Granit, gemengt aus Quarz, Feldspath und Talk oder Chlorit, zuweilen Speckstein. Talkgranit. Chloritgranit. Petuntse der Chinesen nach BOASE ein ähnliches Gemenge, nach BRONGNIART ist der Petuntse Pegmatit.

90 *Puddingstein.* Geschiebe von Quarzvarietäten, Hornstein. Feuerstein, Jaspis, verbunden durch ein gleichartiges Bindemittel, selbst bereits wieder zu Jaspis oder Feuerstein zusammengewachsen. Wurststein.

91 *Puzzolanerde.* Ein erdiger vulkanischer Tuf.

92 *Pyromerid.* Dem Kugeldiorit analoges krystallinisches syenitartiges Gestein. Exzentrisch strahlige mehr krystallinische Kugeln in weniger krystallinischer Grundmasse. Corsica. *Napoleonite.*

93 *Rapakivi.* Granit, die Feldspatbindividuen von einer Albitrinde umgeben, mit wenig Quarz. Finnland.

94 *Rauchwacke.* Ziemlich reiner körniger Kalkstein, pseudomorph nach Dolomit gebildet. Enthält zellige Drusenräume mit Kalkspathkrystallen besetzt, und zum Theil mit pulverigem Dolomit (Asche) erfüllt. Zellenkalk, Rauhkalk, Blasenkalk, Höhlenkalk. Sind die Räume mit Braunspathkrystallen besetzt, so ist es ein Dolomit.

95 *Roogenstein.* Oolithisch zusammengesetzter Kalkstein, häufig thonig, auch sonst unrein. Weiss, grau, röthlich. Oolith, Pisolith, grobkörnig. Cenchrit, feinkörnig. Hirsenstein.

96 *Salzthon.* Grau, zerreiblich, mit Wasser zähe. Salzkammergut. $\dddot{Al}\ddot{Si}^3$, $\dot{Mg}\ddot{C}$, $\acute{Fe} + \dot{Mn}$, etwas Bitumen und Salz. Zum Theil mit Infusorienresten. SCHAFFHÄUTL.

97 *Sand.* Lose nicht zusammengebackene kleine Körner und Geschiebe, vorzüglich von Quarz und andern harten Steinen. Nach der Masse und andern Verhältnissen näher benannt. Fein, vom Winde bewegt, Flugsand. Weisser oder eisenschüssiger Sand mit Muscheln und andern Meeresresten, *Crag*, England. Mit vorwaltenden Muschelresten, *Faluns*, Frankreich.

98 *Sandstein.* Kleinere Bruchstücke und Geschiebe, durch eine meistens gleichartige Grundmasse verbunden, und bereits fest verwachsen. Nach Art der enthaltenen Gesteine, Farben, Alter und andern Verhältnissen näher benannt. Bindemittel, zuweilen thonig, grösstentheils quarzig. *Psephite, Psammite, Metaxyte, Grit, Grès.*

99 *Schaalstein.* Weiche, thonschieferartige Grundmasse, zum Theil erdig mit wackenartigem oder dioritischem Ansehen. Grünlichgrau, röthlich, bräunlich. Enthält Kalkspath angeblich in Körnern, Mandeln und Geschieben. Auch Chlorit und fremdartige Gesteinstückchen. Der sehr kalkhaltige heisst auch Blatterstein, *Spilite.*

100 *Schieferthon.* Fest, schiefrig, feinerdig. Grau...schwarz. H. = 2·5...3·5, G. = 2·5...2·6. Häufig mit Pflanzabdrücken.

101 *Schotter.* Nicht zusammenhängende Geschiebe von ziemlich gleichförmiger, ansehnlicher Grösse.

102 *Selagit.* Synonym von Hypersthenfels.

103 *Serpentinit.* Specksteinähnlicher Serpentin.

104 *Serpentino verde antico.* Ein schwärzlichgrüner Aphanitporphyr mit lichtgrünen Labradorkrystallen.

105 *Sparagmit.* Esmark. Quarzfels mit etwas Chlorit oder Talk. Berg Belling, Norwegen.

106 *Stigmit.* Brongniart. Obsidian-Pechstein-Perlstein-Porphyr.

107 *Syenit.* Krystallinisches, körniges Gemenge von einem Feldspathe, Albit oder Adular und Amphibol Enthält manchmal etwas Glimmer, Epidot, Sphen u. s. w. Sinait. Granitell.

108 *Talkschiefer.* Dickschiefrig, scharfe Ränder im Querbruch. Grünliches Weiss und Grau. Fühlt sich fettig an. H. = 1·0...2·0, G. = 2·6...2·8.

109 *Tapanhoacanga.* Conglomerat von Eisenglanz, Magneteisenstein und Itacolumit, verbunden durch Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat. Brasilien. Eisenconglomerat.

110 *Terenit.* d'Aubuisson. Weicher, erdartiger, unvollkommen schiefriger Thonschiefer.

111 *Thon.* Dicht...zerreiblich. Bruch feinerdig. Weiss, gelb, roth, grau, zuweilen bunt. Hängt an der Zunge. Fühlt sich mehr und weniger fett an. Bildet mit Wasser einen plastischen Teig. H. = 1·0...2·0, G. = 1·8...2·7. Töpferthon, Letten, Tegel, grau, grün. Lehm, gelb, oft sandig, oder mergelig. *Gault*, blaulichgrau, mergelig.

112 *Thonporphyr.* Aufgelöster oder nicht ausgebildeter Porphyr, in dem sich erst die Krystalle zu bilden beginnen, die Masse noch erdig ist. Thonsteinporphyr. *Argilophyre, Argilolite.*

113 *Thonschiefer.* Dünnschiefrig, scharfe Ränder im Querbruch. Schwarz, roth, grün, grau, weiss. H. = 2·0...3·5, G. = 2·7...2·9. Dachschiefer, *Phyllade, Ardoise, Slate.*

114 *Thonstein.* Dicht, erdig. Bruch uneben. Schmutzigweiss, grau, roth. Hängt nicht an der Zunge. H. = 3·0...4·5, G. = 2·2...2·6. K̇, A̋l, S̈i. Nicht ausgebildet. Bestandtheile von Feldspath und Thonsilicat. Enthält Infusorienreste. Schaffhäutl.

115 *Topasfels.* Brecclenartige Zusammenhäufung schiefriger Massen, aus Quarz und wenig Turmalin bestehend, in den Drusen einzelne grössere Krystalle von Topas, und viele kleine von Quarz. Schneckenstein, Sachsen.

116 *Trachyt.* Feinkörnig, zuweilen dicht, erdig, etwas blasig, rauh anzufühlen, daher der Name. Grau, ins Braune. Feldspath- oder Albitgrundmasse, enthält porphyrartig eingewachsenen glasigen Feldspath, Amphibol, Glimmer. Trachytporphyr, Trappporphyr, Ilynporphyr, Graustein.

117 *Trapp.* Allgemeine, zuweilen schwankende Bezeichnung von angit-, auch wohl amphiboiartigen Gesteinen in innigem Gemenge mit Feldspathen. Körnig bis dicht. Graulich- und grünlichschwarz.

118 *Trass.* Ein Tuf mit Bruchstücken von Bimstein, Trachyt, Basalt, Thonschiefer, in grauer erdiger Masse. Andernach am Rhein. Duckstein.

119 *Tripel.* Dicht, erdig...zerreiblich. Lichtgrau ins Gelbe. Fühlt sich mager und rauh an. H. = 1·0...2·0 scheinbar, G. = 1·1...2·2. Saugt Wasser ein und erweicht dadurch. Besteht aus Kieselpanzern von Infusorien.

120 *Trümmerporphyr.* Breccie von Trachyttrnchstücken, in erdiger weisser, grauer, röthlicher Masse.

121 *Tuf.* Aus gröberen und feineren Bruchstücken bestehend. Sedimentär aus Wasser gebildet. Wenig fest, zusammengebacken, erdig; die Bruchstücke selbst nicht fest. Vorzüglich aus vulkanischen Erzeugnissen, Basalt, Phonolit. Puzzolit ist vulkanischer Tuf. Tufait. Enthält nach Ehrenberg häufig Infusorienreste.

122 *Ultenit.* Schiefriges Gestein, grösstentheils aus Granat mit Kyanit und Glimmer gemengt. Ultenthal, Tirol.

123 *Uralitporphyr.* G. Rose. Enthält in gräulichgrauer oder schwarzer, aus Augit, Amphibol und Labrador innig gemengter Grundmasse Krystalle von Augitform, die von Aussen hinein in Amphibol verwandelt sind. Auch Labradorkrystalle. Miask. Baltynit.

124 *Urfelsconglomerat.* Sehr grobkörnige Breccie aus Urgebirgsgesteinen, Granit, Gneiss, Glimmerschiefer, Amphibolschiefer u. s. w., mit gleichartigem Bindemittel.

125 *Variolit.* Sehr feinkörniger Aphanit, oder Diorit, mit kuglig krystalloidisch ausgeschiedenem dichten weisslichen Feldspath.

126 *Wacke.* Uneben, eben, erdig, dicht, zuweilen blasig. Schmutzig grau, bräunlich grau. H. = 1·0...3·0. G. = 2·2...2·5. Grösstentheils feucht verwitterter Basalt.

127 *Walkererde.* Bruch uneben, unvollkommen muschlig, schiefrig, feinerdig. Grün, grau, weiss. Strich fettig glänzend. Fühlt sich sehr fettig an. Hängt beinahe gar nicht an der Zunge. H. = 1·0...1·5. G. = 1·8...2·0. Ins Wasser geworfen, zerspringt sie, bildet aber keinen plastischen Teig mit demselben.

128 *Wetzschiefer.* Schiefrig, splittrig. Querbruch dicht. Schimmernd. Grünlichgrau ins Grüne und Weisse. An den Kanten durchscheinend. H. = 5·0...6·0 scheinbar, bis 7·0 in seiner Wirkung durch die feinen Quarztheile. G. = 2·7...2·8. Ein quarzreicher Schiefer. Novaculit.

129 *Whin.* Englischer Name eines mehr und weniger erkennbar gemengten oder dichten Diorits. Whinstone.

130 *Xerasit.* Haüy. Amphibolische Lava in der Verwitterung. Vesuv.

131 *Zechstein.* Dichter, zum Theil bituminöser oder thoniger Kalkstein. Grau, röthlich. Geognostischer Name.

132 *Zeichenschiefer.* Hauptbruch unvollkommen schiefrig. Querbruch erdig. Schwarz. Etwas glänzend im Strich. Färbt mehr und weniger ab und schreibt. Hängt etwas an der Zunge. H. = 1·0...2·0. G. = 2·1...2·3. C gemengt mit $\dddot{K}$, $\dddot{Al}$, $\dddot{Si}$, $\dot{H}$. Ampelit.

133 *Zirkonsyenit.* Grosskörniger, grobkörniger Syenit mit eingewachsenen Zirkonkrystallen. Norwegen u. s. w.

TRIGONOMETRISCHE FORMELN.

1. Formeln der ebenen Trigonometrie.

1. $\cos a = \sqrt{(1-\sin^2 a)}.$
2. $\sin a = \sqrt{(1-\cos^2 a)}.$
3. $\operatorname{tang} a = \frac{\sin a}{\cos a}.$
4. $\cot a = \frac{\cos a}{\sin a}.$
5. $\cos 2a = \frac{1-\operatorname{tang}^2 a}{1+\operatorname{tang}^2 a}.$

2. Grundformeln der sphärischen Trigonometrie für schiefwinklige Dreiecke.

A, B, C sind die Seiten.

a, b, c sind die drei jenen Seiten gegenüberliegenden Winkel.

Jede Seite und jeder Winkel ist kleiner als 90°.

	Gegeben	Formel
1	Drei Seiten und ein Winkel A, B, C, a	$\cos A = \cos a \sin B \sin C + \cos B \cos C$
2	Drei Winkel und eine Seite a, b, c, A	$\cos a = \cos A \sin b \sin c - \cos b \cos c$
3	Vier aneinanderschliessende Stücke A, b, C, a	$\cot A \sin C = \cot a \sin b + \cos C \cos b$
4	Vier gegenüberliegende Stücke A, a, B, b	$\sin A : \sin a = \sin B : \sin b$

3. Formeln für rechtwinklige sphärische Dreiecke.

Die Dreiecke Fig. 1 uud 2 sind in Raumoktanten orientirt dargestellt.

Fig. 1.

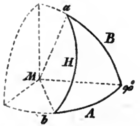
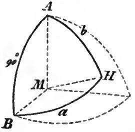


Fig. 2



M ist der Mittelpunkt der Kugel, oder die zu berechnende krystallographische Ecke.

Ein Winkel Fig. 1 oder eine Seite Fig. 2 ist $= 90°$.

Das gegenüberliegende Stück, Seite oder Winkel ist $= H$.

Die an 90°, Winkel oder Seite anschliessenden Stücke, Seiten oder Winkel sind A und B.

Die den letztern gegenüberliegenden Winkel oder Seiten sind a und b.

Der Radius ist $= 1$.

Gegeben	Gesucht	Formel	Gegebeu	Gesucht	Formel
H, a	A B b	$\sin A = \sin H \sin a$ $\tang B = \tang H \cos a$ $\cot b = \cos H \tang a$	A, B	H a	$\cos H = \cos A \cos B$ $\cot a = \cot A \sin B$
H, A	B a b	$\cos B = \cos H : \cos A$ $\sin a = \sin A : \sin H$ $\cos b = \tang A \cot H$	a, b	H A	$\cos H = \cot a \cot b$ $\cos A = \cos a : \sin b$
A, b	B H a	$\tang B = \tang b \sin A$ $\cot H = \cot A \cos b$ $\cos a = \cos A \sin b$	A, a	B H b	$\sin B = \tang A \cot a$ $\sin H = \sin A : \sin a$ $\sin b = \cos a : \cos A$

VERZEICHNISS

der beschriebenen oder erwähnten mineralogischen und physikalischen Apparate.

REGISTER.

E.

H.

M.

N.

O.

Q.

T.

BERICHTIGUNGEN UND ZUSÄTZE.

Seite 20 Zeile 2 statt Pseudomorphen lies Pseudomorphosen.

S. 22 Z. 6 st. Gebirgssteine l. Gebirgsgesteine.

S. 54 Z. zwischen 4 und 5 von unten l. II. Die vielaxigen Gestalten.

S. 79 letzte Z. st. 71° l. 79°.

S. 83 Z. 2 st. vier sechszählige l. sechs vierzählige.

S. 84 Z. 7 st. 129° l. 109°.

S. 109 Z. 9 st. Hexatonicosaeder l. Hekatonicosaeder.

S. 134 Z. 4 st. ADX' l. $A'DX$.

S. 145 Z. 3 st. $(b-d)$ l. $(b-d)^2$.

S. 154 Z. 5 von unten st. Rhomboeder l. Rhomboedern.

S. 183 Z. 11 st. Spenoide l. Sphenoide.

S. 215 Z. 17 v. u. st. der Pyramide *c* des Zirkonoides *c*.

S. 252 Z. 15 st. angewachsenen Individuen l. angewachsene Individuum.

S. 252 Z. 17 st. *CD* i. nach *CD*.

S. 253 Z. 7 st. *A* und *B* l. *a* und *b*.

S. 276. In der Fig. 452 st. P, P', x l x, x', P'.

S 259 Z. 2 st. erscheint l. scheint.

S 259 Z. 17 st. $\frac{\frac{1}{2}F}{3}$ l. $\frac{\frac{1}{2}F}{2}$.

S. 294 Z. 10 v. u. st. dar l. einer Varietät von Tokay dar.

S. 301 Z. 16 st. elektronegativer l. elektropositiver.

S. 350 Z. 13 in einer Lage parallel *ZS*, bleibt aus.

S. — Z. — st. *OMP*, l. *NMP*.

S. 381 Baryt von Beira, st. smalteblau l. blass nelkenbraun.

S. 385 Z. 8 v. u. Das Phänomen des Sonnensteins, vorzüglich in dem neu entdeckten Oligoklas von Tvedestrand bei Arendal wird nach Scheerer durch eingewachsene Eisenglanzkrystalle hervorgebracht, die zum Theil bis zur Dicke von $\frac{1}{100000}$ Linie abnehmen, so dass sie die Farben dünner Blättchen zeigen.

S. 391 Z. 11 v. u. st. stehenden l. stehender.

S. 393 Z. 19 st ist l. sind.

S. 436 Z. 13 und später st. Be l. G für Beryllium.

S. 457 Z. 11 st. Paladlides l. Palladildes.

S. 481 Z. 10 st. dozimatische l. dozimastische.

S. 488 Z. 3 v. u. st. N l. K.

S. 494 Z. 9 st. $\dddot{\bar{A}}$ l. $\ddddot{A}s$.

S. — Z. 20 st. $\dddot{\bar{F}}$ l. $\dot{F}$.

S. 498 Z. 8 setze hinzu Kalkspath.

S. 499 Z. 15 st. $\dot{M}g$ l. $\dot{M}n$.

S. 501 Z. 12 setze hinzu Schwerspath.

S. 504 letzte Z. st. $Pb\bar{C}l + PbC$ l. $Pb\bar{C}l + \dot{P}b\ddot{C}$.

S. 505. Zum Genus der Bleibaryte:

Antimonsaures Blei. Hermann. Amorph. Dicht. Flachmuschlig. Fettglanz. Schwefelgelb, zum Theil grau, grün, schwärzlich marmorirt. H. = 4·0 bis zerreiblich. G. = 4·6...4·76. Kirgisensteppe oder Nertschinsk? $\dot{P}b^3\ddddot{\bar{S}}b + 4\dot{H}$.

S. 505. Den Bleibaryten angereiht:

Chrom-Phosphorkupferbleispath. John. Traubiger Ueberzug. Matter Wachsglanz. Undurchsichtig. Pistazien- und zeisiggrün ins Braune. Strich zeisiggrün. H. = 2·0...2·5. Beresowsk, mit Grünbleierz u. s. w. $\dot{P}b$, $\dot{C}u$, $\ddot{C}r$, $\ddddot{\bar{P}}$, nebst zwei näher zu bestimmenden Oxyden. v. Leonh. u. Bronn, 1845, 1, nebst Andeutung über andere daselbst in geringen Mengen vorkommende zu untersuchende Mineralien.

S. 510 Z. 17 st. Zippeit l. Zippeit H.

S. 511. Der Chrysokolla angereiht:

Kieselsalzkupfer. John. Nierförmige Gestalten von ½ bis 1½ Linien Durchmesser. Grün, bläulich. Fettglanz. Durchscheinend bis undurchsichtig. H. = 2·0...2·5. Vesuv, mit Tenorit. $\dot{C}u$, $\bar{C}l$, $\dddot{S}i$. v. Leonh. und Bronn, 1845, 1.

S. 512 Z. 5 setze hinzu Nertschinskit, Razoumoffsky, Sibirien.

S. 517. Fahlunit, Bonsdorffit, Praseolith, so wie Pinit, Gigantolith, Chlorophyllit, Esmarkit, wahrscheinlich Oosit, Weissit, sämmtlich pseudomorph nach Cordierit.

S. 520 Z. 4 v. u. st. $\bar{F}$ l. $\dot{F}$.

S. 524 Z. 20 st. DUFEÉNOY l. DUFRÉNOY.

S. 527 Z. 14 setze hinzu Kreuzstein.

S. 529 Z. 12. Okenit. Orthotyp, nach BREITHAUPT. $\infty O = 122^\circ 19'$. Krystalle: $o . \infty O . \infty \breve{O}2 . \infty \breve{D}$.

S. 531. Zum Genus der Elainspathe nach *Wernerit:*

Stroganowit. HERMANN. Orthotyp? Theilbar nach zwei wenig schiefwinkligen Richtungen, vollkommen. Zwischen Glas- und Fettglanz. Grünlich. Stark durchscheinend. H. = 5·0. G. = 2·79. $\dot{Ca}^2\dddot{Si} + 2\dddot{\bar{Al}}\dddot{Si} + \dot{Ca}\ddot{C}$. Slüdänka Fluss, Daurien, Sibirien.

S. 535. Dem Amphibol angereiht:

Xylit. HERMANN. Aehnlich dem Bergholz. Schimmernd. Undurchsichtig. Nussbraun. H. = 3·0. G. = 2·935. Von den Kupfergruben im Ural? $(\dot{Ca}, \dot{Mg})\dddot{Si} + \dddot{\bar{Fe}}\dddot{Si}\dot{H}$.

S. 535. Dem Amphibol angereiht:

Glaukophan. HAUSMANN. Lange, dünne geschobene vierseitige und unregelmässig sechsseitige Prismen. Theilbar nach zwei Richtungen nach der Länge der Krystalle. Strahlig, fasrig, kleinkörnig. Glasglanz, in den Perlmutterglanz. Durchscheinend, bis undurchsichtig. Blass indigblau ins Graue. Strich blaulichgrau. H. = 5·5, G. = 3·103...3·113. Schwach magnetisch. Insel Syra, Griechenland. $3(\dot{Fe}^3, \dot{Na}^3, \dot{Mg}^3, \dot{Ca}^3, \dot{Mn}^3)\dddot{Si}^2 + 2\dddot{\bar{Al}}\dddot{Si}^2$. Schnedermann. Erdm. u. March. XXXIV. 4.

S. 538. *Monradit*, statt nach Härte und spezifischem Gewicht, in der Ordnung der Spathe (114, p. 538) aufgeführt, gehört nach BERZELIUS (Löthrohr) mit der Formel $4\dot{Mg}^3\dddot{Si}^2 + 3\dot{H}$ in die Nähe der serpentinartigen Steatite.

S. 539. *Mosandrit.* ERDMANN. Undeutliche prismatische Krystalle. Eine deutliche, mehrere undeutliche Theilungsflächen. Fettglanz. Dunkel röthlichbraun. Strichpulver graubraun. H. = 4·0. G. = 2·93...2·98. Lanmöen, Norwegen, mit Leukophan. $\dot{Ce}$, $\dot{La}$, $\dddot{Si}$, $\dddot{Ti}$ nebst etwa $\dot{Mn}$, $\dot{Ca}$ und wenig $\dot{Mg}$, $\dot{K}$, $\dot{H}$. Zur Ordnung der Spathe.

S. 542 Z. 13 v. u. st. Tachylit l. Tachylyt.

S. 547 st. Peritomer l. Peritomes.

S. 548 Z. 8 v. u. st. die Formel l. $\dot{Fe}\dddot{\bar{Ta}} + \dot{Mn}\dddot{\bar{Ta}}$.

549 Z. 12. Nach GUSTAV ROSE's Revision:

Niobit. Orthotyp $\frac{1}{2}\bar{D} = 141° 8'$, $2\breve{D} = 59° 20'$, $\infty O = 100° 40'$. Theilbarkeit die Querfläche $\infty\bar{D}$ deutlich, weniger deutlich $\infty\breve{D}$.

S. 549 Z. 21. *Wolfram.* Orthotyp. $\frac{1}{2}\bar{D} = 125°$, $\breve{D} = 109° 12'$, $\infty O = 101° 5'$. Theilbarkeit $\infty\breve{D}$, Längsfläche, vollkommen.

S. 559 Z. 4 v. u. st. Fe, As^2 l. $FeAs^2$.

S. 560 Z. 10. Das Gewicht des Rammelsbergits, nach Breithaupt 6·423...6·565.

Das Gewicht 7·099...7·188 bezieht sich nach demselben auf eine andere Spezies in diprismatischen Krystallen $\infty O = 123° — 124°$. $\breve{D}$, ähnlich dem Lölingit, die er Weissnickelkies nennt. Ich glaube, Hr. Prof. Breithaupt wird gerne, da ich das erste Heft von Poggendorff's Annalen für 1845 zu spät erhielt, um den von ihm vorgeschlagenen Namen für den Rammelsbergit anzunehmen, der schon gedruckt war, nun mit mir diesen Namen *Chloanthit* auf den prismatischen „Weissnickelkies," der noch keinen spezifischen Namen hat, und doch wohl auch „grün ausblüht," übertragen, und dagegen jenen, zur Erinnerung an den verdienstvollen Chemiker bewahren, dem wir gerade auch in dieser Klasse von fossilen Verbindungen so manche Kenntniss verdanken. Den Rammelsbergit und seine Verschiedenheit vom Smaltin habe ich während meines Aufenthaltes in Elbogen vor vielen Jahren auch in technischer Beziehung hinlänglich kennen gelernt.

S. 566 Z. 20 st. Johnstonit i. Johnstonit. H.

S. 575 Z. 4 v. u. st. C, H l. C, H, N, O, nebst erdigem Rückstand.

S. 575 Z. letzte st. C l. C, wenig H, N, O, nebst erdigem Rückstand.

S. 581. *Cascalhao.* Grobes Conglomerat von Quarzgeschieben, zum Theil durch Brauneisenstein zusammengekittet. Enthält zuweilen Diamanten. Brasilien.

Mehrere andere Mineralspezies sind noch, besonders in neuester Zeit benannt worden, von denen es mir nicht möglich war, die Literaturquellen aufzufinden. So enthält das reichhaltige neue-

ste Krantzische Preisverzeichniss, nebst mehreren Synonymen, die in dem Vorhergehenden nicht vorkommen, auch die Namen:

Auralit, Finnland.
Bavalit, Frankreich.
Bliuit, Wallis.
Funkit, Schweden.
Joguneit, Nordenskjöld, Nertschinsk.
Lindseyit, Finnland.
Nordenskjöldit, Sibirien.
Terpizit, Sachsen.
Wittingit, Finnland.

Im k. k. Hof-Mineralienkabinete fand sich über einige derselben Aufklärung, wie folgt:

Auralit. Aehnlich in der Masse dem Orthit, rechtwinklig vierseitige Prismen, schwarz, in Granit eingewachsen. Abo.

Baralit. Schwarzer Schiefer mit Höhlungen, Blasenräumen ähnlich, von einem schwarzen Pulver erfüllt. Siliceo-Aluminat von Eisen. Baralon, Côte du Nord, Frankreich.

Lindseyit. Augitische Formen, zum Theil ziemlich vielflächig, einigen Epidoten ähnlich. Die Masse, pseudomorph, ganz übereinstimmend mit dem dunkel grünlichgrauen Fahlunit von Fahlun.

Nordenskjöldit. Ein Augitspath, ähnlich Wollastonit oder Tremolith, in körnigem Kalkstein, von Ruskula am Onegasee, Russland.